

# VIII JEIN

## JORNADAS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

---

Facultad Regional Santa Fe

VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería-JEIN 2021 / Eliana Femia ... [et al.] ;  
compilación de Virginia Heritier ; Esteban Lazzaroni ; Ma. Elvira Rodriguez ;  
dirigido por Sonia Pastorelli. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires :  
Universidad Tecnológica Nacional, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

Traducción de: Mirta Gamarci.

ISBN 978-950-42-0211-0

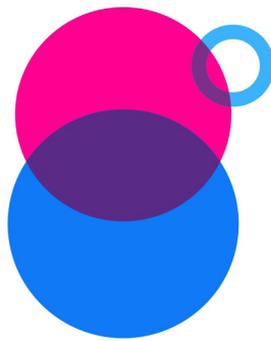
1. Ingeniería. I. Femia, Eliana. II. Heritier, Virginia, comp. III. Lazzaroni, Esteban,  
comp. IV. Rodriguez, Ma. Elvira, comp. V. Pastorelli, Sonia, dir. VI. Gamarci, Mirta,  
trad.

CDD 620.007

ISBN 978-950-42-0211-0



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



# JEIN 2021

## VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería

2 y 3 de diciembre de 2021

Facultad Regional Santa Fe

Memoria de Trabajos

# Autoridades

a la fecha de las jornadas:

## **Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – República Argentina**

**Rector:** Ing. Héctor Aiassa

**Vicerrector:** Ing. Haroldo Avetta

**Coordinador del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI):**  
Dr. Claudio Dominighini

# MIEMBROS DEL COMITÉ ORGANIZADOR

**Directora Dpto. Materias Básicas:** Mg. Sonia Pastorelli

**Secretaria Dpto. Materias Básicas:** Dra. Eva Silvana Casco

Ing. María Elvira Rodríguez

Lic. Virginia Heritier

Ing. Esteban Lazzaroni

Mg. Marcela Susana Ambrosini

Lic. José Maximiliano Schiappa Pietra

## Comité Evaluador Facultad Regional Santa Fe:

Mg. Sonia Pastorelli

Dra. Eva Silvana Casco

Dr. Alfonso Gimenez Uribe

Mg. Marcela Susana Ambrosini

Dra. Mauren Fuentes Mora

Dra. Vanina Mazzieri

Mag. Lic. Claudio Enrique

## Comité Evaluador Facultad Regional Avellaneda:

Mg. Gustavo Bender

Dra. Karina Ferrando

Esp. Ing. Leonardo Melo

**Aval Académico:** Red IPECyT

# PRÓLOGO

Las VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN), organizadas por el Programa “Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería” del Rectorado de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), en el año 2021 estuvieron a cargo del Departamento Materias Básicas de la UTN Facultad Regional Santa Fe.

Se desarrollaron en modalidad virtual, con actividades asincrónicas (salas de videos de trabajos) y actividades sincrónicas protocolares, de discusión y debate sobre los trabajos presentados.

Durante los días jueves 2 y viernes 3 de diciembre de 2021, se expusieron los videos de los 40 trabajos presentados y sus autores socializaron interesantes experiencias, avances de investigaciones, reflexiones y propuestas en relación con la enseñanza de la ingeniería.

Las áreas temáticas propuestas para las JEIN 2021 fueron:

- 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 (EDS) y la responsabilidad social universitaria (RSU)
- 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 en tiempos de pandemia: aulas tradicionales, virtuales y/o híbridas (modalidad virtual sincrónica/asincrónica y/o presencial).

En el presente documento se recopilan cada uno de los trabajos presentados en cada área temática.

## Preface

The 8th Conference on Engineering Teaching (JEIN), organized by the “Educational Technology and Engineering Teaching Program” from the Rectorship of Universidad Tecnológica Nacional (UTN) in the year 2021, was conducted by the Department of Basic Sciences, Facultad Regional Santa Fe (UTN).

Online Conference sessions were conducted, together with a-synchronic (rooms for videos of proceedings) and protocol synchronic activities, discussion and debates of presented works.

28–31 March, 2022

From December 2 to 3, 2021, videos for all of the 40 papers were presented, while authors shared interesting experiences, research progress, reflections and proposals related to the teaching of engineering.

The topic areas proposed at JEIN 2021 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
- Curriculum Innovation in Engineering
- Education for Sustainable Development (ESD) and University Social Responsibility (USR)
- Linking Research with Engineering Teaching
- Linking High School with University for Engineering Careers.
- Engineering Teaching in times of pandemic: traditional rooms, online and/or hybrid rooms (synchronic/a synchronic online and/or face-to-face classes)

The present document collects each of the papers presented for the different topic areas.

# Cronograma de actividades de las Jornadas

## 2 de diciembre de 2021

### **09:00hs:**

Apertura y presentación de las Jornadas a cargo de Autoridades de la UTN FRSE.

Palabras desde el Comité Organizador de las VIII JEIN.

### **09:30 a 12:30 hs:**

Debate y discusión de trabajos presentados en aulas virtuales.

## 3 de diciembre de 2021

### **09:00 a 12:00 hs:**

Debate y discusión de trabajos presentados en aulas virtuales.

### **12:00 hs:**

Cierre de las jornadas a cargo de Autoridades de la UTN FRSE.

Palabras desde el Comité Organizador de las JEIN.

Reflexiones del Consejo del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería y del coordinador, Dr. Claudio Dominighini.

# Índice de trabajos presentados por área temática

## La enseñanza de la ingeniería y la formación de ingenieros

**La Generación del 80 y la Ingeniería - Arquitectura** ..... Pág.13  
Santiago Giménez, Enrique D. Silva - UTN FR Haedo

**La formación de ingenieros en el horizonte de la industria 4.0** ..... Pág.18  
Ma. Celia Gayoso, Sergio Manterola, Ma. Luisa Jover - UTN FR Buenos Aires

**La lecto-escritura en el primer nivel de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Santa Fe**..... Pág.23  
Susana Roldán, Carlos Suárez - UTN FR Santa Fe

**La enseñanza de las ingenierías a personas con Discapacidad en la UTN - FRSF** . Pág.26  
Eliana Femia, Román Llorens, Mariana Mansutti - UTN FR Santa Fe

**Reflexiones sobre la formación de ingenieros. Fundamentos de química. Aportes del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de Ingeniería (Programa de TEyEI)**..... Pág.33  
Claudio Dominighini, Zulma Cataldi, Susana Juanto - UTN

## La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria

**Una experiencia de clase invertida en Análisis Matemático I** ..... Pág.39  
Betina Williner, Roxana Scorzo - UNLAM

**Una experiencia para desarrollar las competencias en la formación de ingenieros**..... Pág.45  
Olga Scagnetti, Eva Casco, Sandra Ramírez - UTN FR Santa Fe

**Reconocimiento de la función derivada**..... Pág.51  
Marta Caligaris, Ma. Elena Schivo, Ma. Rosa Romiti - UTN FR San Nicolás

**Didáctica para desarrollar el pensamiento sistémico. Usando la bolsa de aire como recurso didáctico en la formación en ingeniería mecánica** ..... Pág.57  
Oscar Hugo Páez - UTN FR Bahía Blanca

**Metodología eduScrum, estrategias de trabajo en equipo en Ingeniería Química**..... Pág.63  
Viviana Cappello - UTN FR La Plata

**Cambio en la metodología de la enseñanza de Mecanismos en Ingeniería Aeronáutica** ..... Pág.68  
Pablo González, Diego Igareta - UTN FR Haedo

**PVI: distintos problemas requieren distintos métodos**..... Pág.71  
Marta Caligaris, Georgina Rodríguez, Lorena Laugero, Gabriel Bertero - UTN FR San Nicolás

**Propuesta didáctica para la integración de contenidos en Análisis Matemático e Inglés** ..... Pág.77

Mirta Barión, Aldana Tibaldo, Romina Durunda, Ignacio Alurralde, Eva Casco - UTN FR Santa Fe

## La enseñanza de la ingeniería en tiempos de pandemia

**De la virtualización forzada a la hibridación por elección**..... Pág.83

Patricia Tilli, Ma Julia González. Fernando Napoli - UTN FR Haedo / FR Buenos Aires

**Actualización del Programa de Tutorías de Pares de la UTN - FRSF y estrategias de implementación en la virtualidad** ..... Pág.89

Virginia Heritier, Eliana Femia, Juan José Bolaño, Román Llorens - UTN FR Santa Fe

**Accesibilidad académica y recursos didácticos en tiempos de virtualidad**... Pág.94

Aldana Tibaldo, Virginia Heritier, Román Llorens, Alfonso Gimenez Uribe, Ma. Sol Tomatis - UTN FR Santa Fe

**De la presencialidad a la virtualidad: Experiencias innovadoras en Ingeniería y Sociedad en UTN FRA en tiempos de pandemia**..... Pág.99

Karina Ferrando, Olga Páez, Jorge Forno - UTN FR Avellaneda

**Competencias en experiencias de mecánica utilizando un teléfono celular**..Pág.105

Cecilia Culzoni, Laura Alegre, Marisol Farías, Paula Cinat - UTN FR Rafaela

**El uso de la tecnología en el contexto de pandemia: revisión de herramientas y plataformas educativas** ..... Pág.112

Carlos Suárez, Susana Roldán - UTN FR Santa Fe

**Respuesta del aprendizaje a una alternativa didáctica para la enseñanza y la evaluación de los trabajos de laboratorio en Química ante la no presencialidad**..... Pág.117

Maximiliano Schiappa Pietra, Carlos Córdoba, Domingo Liprandi, Tomás Assenza, Santiago Domanico - UTN FR Santa Fe

**La evaluación en tiempos de pandemia** ..... Pág.123

Roberto Muñoz, Andrés Kabus, Ma Alejandra Odetti, Andrea Delgado, Claudia Castro - UTN FR Córdoba

**Análisis del rendimiento de evaluaciones de química remotas con celulares (en pandemia) comparado con evaluaciones presenciales (prepandemia)**..... Pág.130

Marcelo Gottardo, Pablo Sánchez, Ayelén García Federico, Santiago Benedetti, Francisco Annoni - UTN FR Buenos Aires

**Análisis de las experiencias de autoevaluación asincrónica, realizadas en el Aula Virtual del Laboratorio de Química**..... Pág.136

Bettina Marchisio, E. Graciela De Seta, Pablo Sánchez, Analía Russo, Ma. Fernanda Lopolito - UTN FR Buenos Aires

**Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante en tiempos de COVID-19 (UTN FRA-FRBB-FRTL)**..... Pág.141

Rafael Cura, Karina Ferrando, Adrián Gericó, Ma. de las Mercedes Pagella, Verónica Vanoli - UTN FR Avellaneda / FR Bahía Blanca / FR Trenque Lauquen

## Responsabilidad Social y Educación para el desarrollo sustentable

**Herramientas para el Gestor Energético. Avance de Proyecto** ..... Pág.148  
Edgardo Marino, Claudio Giordani, Marcos Olivera - UTN FR Rosario

**Desde el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional a la Carta Encíclica Fratelli Tutti. Reflexiones propositivas sobre Educación en Ingeniería** ..... Pág.154  
Alfonso Gimenez Uribe, Eva Casco, Virginia Heritier, Román Llorens - UTN FR Santa Fe

## Las innovaciones curriculares en ingeniería

**Tecnología y Reingeniería para el Cambio Educativo y la Mejora Continua en la UTN** ..... Pág.161  
Uriel Cukierman, Mario Di Blasi Regner, José Luis Verga, Roxana Ramírez, Raquel Barriento - UTN FR Buenos Aires / FR Gral. Pacheco / FR Paraná

**Maestría en Enseñanza de la Ingeniería, un proyecto necesario**..... Pág.167  
L. Carolina Carrere, Marisol Perassi, Víctor Hugo Casco - UNER

## Las tecnologías aplicadas en educación

**Educación Remota de Emergencia en el Curso de Ingreso de la UNLaM** ..... Pág.174  
Roxana Scorzo, Gabriela Ocampo, Cristina Villamil - UNLAM

**Enseñanza de flujo potencial en ingeniería mediante software y experiencia de laboratorio virtual**..... Pág.181  
Adriana Favieri, Diego Igareta - UTN FR Haedo

**La impresión 3D para la enseñanza de matemática para bioingenieros: una herramienta para la modelización y práctica experimental** ..... Pág.187  
Carolina Carrere, Iván Lapyckyj, Leandro Escher, Emiliano Ravera - UNER

## Género, ciencia y tecnología

**Las concepciones de los/as estudiantes de ingeniería acerca del trabajo de varones y mujeres en ciencia y tecnología en las Facultades Regionales Buenos Aires y La Plata (UTN)** ..... Pág.193  
Milena Ramallo, Élica Repetto - UTN FR Buenos Aires

## Vinculación de investigaciones con la enseñanza de la ingeniería

**Aplicación de conceptos de materias básicas en proyectos finales de ingeniería**..... Pág.201  
Marcela Ambrosini, Ma. Elvira Rodríguez, Diego Pereyra - UTN FR Santa Fe

**Experiencias del Grupo TIERRA FIRME en la formación de estudiantes de ingeniería..... Pág.206**

Santiago Cabrera, Ariel González - UTN FR Santa Fe

**Grado de avance del proyecto “La modelización como recurso para la integración de conocimientos y el desarrollo de competencias” ..... Pág.211**

Silvina Cafferata, Cecilia Culzoni, Susana Juanto, M. Cristina Kanobel, Jorge Paruelo - UTN FR Buenos Aires / FR Rafaela / FR La Plata / FR Avellaneda

## La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.

**Evaluación de desempeños: experiencia en Análisis Matemático I ..... Pág.218**

Sandra Ramírez, Olga Scagnetti, Eva Casco - UTN FR Santa Fe

**Evaluación del desarrollo de competencias en carreras de Ingeniería (UTN FRBB-FRN-FRSN)..... Pág.223**

Rafael Omar Cura, Pablo Girón, Ezequiel Krumrick, Ma. Mercedes Marinsalta, Lucía Sacco - UTN FR / FR Bahía Blanca / FR Neuquén / FR San Nicolás

**Diseño y evaluación de una ACNP de Química General asociados al uso de taxonomías ..... Pág.229**

Mauren Fuentes Mora, Vanina Mazzieri, Nicolás Carrara, Santiago Cabrera, Lucía Giuliani - UTN FR Santa Fe

**Evaluación de aprendizajes en Termodinámica: innovaciones en tiempos de pandemia ..... Pág.236**

Brenda Weiss, Alejandro Gorosito, Mariano Ramonell, Diego Campana - UNER

**La evaluación formativa como elemento de retención en tiempos de pandemia ..... Pág.242**

Gustavo Bender, Alejandra Defago



Área temática:

La enseñanza de la ingeniería y la formación  
de ingenieros



# La Generación del 80 y la Ingeniería – Arquitectura

## The Generation of 80 and Engineering - Architecture

Presentación: 31/08/2021

Este trabajo fue presentado en la Jornada de Enseñanza de la Ingeniería, organizado por el Rectorado de la UTN (2 y 3 de diciembre 2021).

### Santiago Giménez

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo, Argentina  
sgimenez@frh.utn.edu.ar

### Enrique Daniel Silva

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo/ Instituto Nacional del Profesorado Técnico, Argentina  
enriquedanielsilva@hotmail.com

### Resumen

El presente material aborda la cuestión dada en torno al surgimiento de las Carreras de Ingeniería, y de Arquitectura ambas en la Universidad de Buenos Aires, la primera en 1865, y la segunda en 1878, junto con la febril construcción de moderna infraestructura, que se llevaba a cabo, principalmente en la Ciudad de Buenos Aires, bajo el espíritu impulsado por la Generación del 80, la cual estaba encandilada por el progreso devenido de Europa. La recreación histórica prevista nos permitirá posicionar a los primeros profesionales tecnológicos, puntualmente referidos al ámbito de la construcción, frente a la necesidad de encausar las ansias de modernización. Esta recopilación se analiza y profundiza desde la asignatura Ingeniería y Sociedad.

**Palabras clave:** Ingeniería; Arquitectura; Infraestructura; Argentina.

### Abstract

The present material deals with the emergence of the Engineering and Architecture careers, both at the University of Buenos Aires, the first in 1865 and the second in 1878, together with the feverish construction of modern infrastructure, which was carried out, mainly in the City of Buenos Aires, under the spirit driven by the Generation of the 80's, which was dazzled by the progress coming from Europe. The historical recreation foreseen will allow us to position the first technological professionals, specifically referred to the field of construction, in front of the need to channel the desire for modernization. This compilation is analyzed and deepened from the subject Engineering and Society.

**Keywords:** Engineering; Architecture; Infrastructure; Argentina.

### Introducción

La instancia temporal que analizaremos, viene antecedida por los notables efectos de la 2ª Revolución Industrial, acaecida aproximadamente en 1850, con su emblema protagonizado por la caldera, principalmente materializado con el ferrocarril expandido velozmente a partir de 1870 en nuestro país, a cargo de los ingleses. Alternativa que supo entronizarse con la corriente filosófica del Positivismo, a la cual nuestra dirigencia adhirió fervientemente, con la

bandera que el progreso y la tecnología conllevaría el bienestar. Para nuestro caso, se evidencio entre otras cuestiones, en dejar de lado las raíces coloniales españolas, para encaminarse en los notables cambios producidos en la infraestructura de Buenos Aires, la cual significaría deslumbrar la impresión de los visitantes extranjeros, en base a una escenografía semejante a la producida en Europa. Para estos años, encontramos la iniciativa del Presidente Bartolomé Mitre, por instalar la Carrera de Ingeniería, alternativa que se realiza en 1865, en la Universidad de Buenos Aires. Por tanto, ya teníamos la primera camada de Ing. Civiles, a partir de 1870. Cabe entonces inferir, que la propuesta de contar con profesionales del área tecnológica y en base a la prodigiosa expansión de nuevas construcciones realizadas y por ejecutar, la gestión promovida en cuanto a la Carrera de Ingeniería y luego Arquitectura, resultaban coherentes y armoniosas. Es decir, el país y principalmente Buenos Aires se enrolaba a modernizarse y casi simultáneamente surgían los Ingenieros y posteriormente Arquitectos locales para llevarla a cabo. Este aspecto, será al cual le prestaremos especial atención en el siguiente trabajo.

## Desarrollo

Para adentrarnos a la temática, nos resulta por demás elocuente transcribir el Decreto de creación de la Carrera de Ingeniería, que decía: "...Siendo notable la necesidad de establecer en la Universidad un Departamento de Ciencias Exactas, a fin de formar en su seno ingenieros y profesores, fomentando la inclinación a estas carreras de tanto porvenir e importancia para el país. El Gobierno, consecuente en su propósito de promover todas las ramas de la enseñanza, elevando la Universidad a la altura reclamada por la actualidad." (Silva, 2009: 32). Conceptos que ilustran muy claramente la intencionalidad de crear la Carrera de Ingeniería. Que seguramente estaba en sintonía, con el embellecimiento que se procuraba realizar principalmente en la Ciudad de Buenos Aires, faltando además poco tiempo para los festejos programados dada la cercanía del Centenario de 1910. Sin embargo, al realizar un rápido repaso de alguna de las obras llevadas a cabo, en el período posterior a las graduaciones de profesionales tecnológicos, nos encontramos con una flagrante paradoja, ya que gran parte de la infraestructura ejecutada fueron realizadas por Ingenieros – Arquitectos foráneos, como se puede observar en este rápido relevamiento, dado en la siguiente Tabla I:

TABLA I – “INFRAESTRUCTURA EN BUENOS AIRES ENTRE 1875 A 1923”

OBRA	RESPONSABLE TÉCNICO	FECHA DE INICIO Y/O FINALIZACIÓN
Hotel de los Inmigrantes (Primera ubicación)	Arq. Gustavo Enrique Aberg (sueco)	1875
Casa de Correo y Telecomunicaciones	Ing. Carlos Augusto Kilhberg (sueco) Arq. Norberto Maillart (francés)	1888
Puerto de Buenos Aires	Ing. John Hawdshaw (inglés) y asociados	1889
Teatro Colón	Arq. Francisco Tamburini (italiano) Arq. Vittorio Meano (italiano)	1890
Gran Depósito de Gravitación (Palacio de Obras Sanitarias)	Ing. Karl Nystromer (sueco)	1894
Congreso de la Nación	Arq. Vittorio Meano (italiano)	1895
Casa de Gobierno	Arq. Gustavo Enrique Aberg (sueco) Arq. Francisco Tamburini (italiano)	1898
Palacio de Justicia de la Nación	Arq. Norberto Maillart (francés)	1905
Colegio Nacional de Bs. As	Arq. Norberto Maillart (francés)	1908
Palacio Barolo	Arq. Mario Palanti (italiano)	1923

(Elaboración propia con datos extraídos de Silva, 2017: 23-36)

Vale aclarar que la Tabla I, representa un listado bastante reducido de las construcciones realizadas en la Ciudad de Buenos Aires, muchas de las cuales han sido reconocidas como monumentos históricos; sin embargo resulta ilustrativo de la elección por profesionales extranjeros para llevarlas a cabo. Alternativa que nos permite apuntar, que contando con la primera camada de Ingenieros Civiles, a partir de 1870, y de Arquitectos, en 1878 (ya que el mismo

año de creación de la carrera existieron quienes revalidaron su título, como Ernesto Bunge y Juan Buschiazzo), no fueron tenidos en cuenta, y que la predilección estaba dada en profesionales foráneos. Que podemos verificar con los datos que nos brinda Guy Bourde en cuanto a la entrada de profesionales extranjeros en el rubro de la construcción, que se ilustra en la Tabla II:

TABLA II – “Porcentual de Extranjeros en los Servicios (%)”

Profesiones	1887	1895	1904	1909
Ingenieros	74	68	54	53
Arquitectos	89	77	66	58

(Elaboración propia con datos extraídos de Bourde, 1977: 187)

La Tabla II nos permite observar como la cantidad de profesionales extranjeros que fueron entrando al país, va disminuyendo en el tiempo, y por tanto estaría dando lugar a la labor de los profesionales locales, como también nos muestra el predominio de personal foráneo de la construcción, para fines del siglo XIX. Alternativa, que rotulamos de paradójica, ya que evidencia por un lado la manifiesta significación del gobierno al crear las carreras de los profesionales

afines a la construcción, como hemos señalado anteriormente, sin embargo el foco se orientaba por la predilección extranjeros. Asimismo también debemos tener en cuenta, la evolución que tuvieron las carreras de Ingeniería y Arquitectura en nuestro país, que podemos observar en la Tabla III:

TABLA III - “Diplomas expedidos a nivel Universitario 1900 - 1910”

Período	Ingenieros	Arquitectos
1901 - 05	134	24
1906 - 10	185	24
Totales	319	48

(Elaboración propia con datos extraídos de Terren de Ferro, 1985: 210)

En relación a los guarismos de la Tabla III, se debe tener en cuenta que el ámbito universitario de la época contaba con la existencia de las siguientes Casas de Altos Estudios: Universidad Nacional de Córdoba, fundada en 1613; la Universidad Nacional de Buenos Aires, de 1821; la Universidad Nacional de La Plata de 1890 (ésta última se dedicó en una primera instancia a la Ingeniería Agrónoma, dando cuenta del modelo Agroexportador impulsado); y la Universidad Nacional de Tucumán, en 1914. En relación a la carrera de Ingeniería, ya habíamos reseñado, que se iniciaba en 1865, y la de Arquitectura surgía en 1878, ambas en la UBA. El quehacer de estos profesionales se va a ir consolidando con el surgimiento de la Sociedad Central (luego Argentina) de Arquitectos creada en 1886; mientras que la Ingeniería se va a aglutinar con la creación del Centro Nacional (hoy Argentino) de Ingenieros, creado en 1895, aunque contaba como antecedente a la sociedad Científica Argentina, de 1872. Como resulta llamativo el escaso número de egresados en relación a las carreras tecnológicas, como podemos corroborar ya que entre 1900 a 1910, de la UBA, se titularon 1108 médicos; 1093 abogados; ingenieros 196 y arquitectos 35 (extraído de Silva, 2015, 23). Vale aclarar que existieron voces de reclamo al no contemplar a nuestros profesionales. Como las que expresaba el Ing. Ignacio Firmat, cuando expresaba en 1876, desde un artículo en los Anales de la Sociedad Científica Argentina: “Las Comisiones del Congreso deben estar formadas por las únicas personas competentes para opinar sobre los problemas portuarios: Los Ingenieros; el país está aburrido de notabilidades extranjeras; los Ingenieros Argentinos pueden perfectamente hacerse cargo del problema.” (extraído de Liernur y Silvestre, 1993,146). En referencia la controversia planteada por la construcción del Puerto de Buenos Aires. Años más tarde, el Ing. Santiago Barabino, escribía una “carta abierta” en la Revista Técnica en 1901, sobre la cuestión desatada por la construcción del Puerto de Bs. As, extrayendo las siguientes palabras: “Triste satisfacción ver al gobierno de nuestro país, completamente ajeno a la técnica y a la práctica de las construcciones, despreciar el fruto de sus propios suelos, esto es, el cuerpo de ingenieros nacionales... empeñado en importar al país grandes notabilidades extranjeras – siempre su gestionado con la idea de que los ingenieros nacionales nada valemos”. (extraído de Liernur y Silvestre, 1993,147) Conceptos que avalan el tratamiento que pretendemos darle desde la focalización de nuestro trabajo, al no tener en cuenta los profesionales tecnológicos locales. Como también podemos evidenciar la polémica dada en torno al Puerto de Bs As, ya que se supo trasladar en los periódicos de la época, como expresan Mario Rapoport y María Seoane, quienes

escribían: “El Diario y La Prensa, jugaron un papel importante para volcar la opinión pública en su favor. En suma, con Madero se alinearon los sectores más influyentes del país, cuyo poder se había instalado en ese foco de veinte manzanas constituido por el centro porteño” (2007, 138). Es decir, aun contando con la iniciativa del gobierno nacional, en ofrecer carreras tecnológicas, éstas no resultaban avaladas al momento de optar por sus servicios.

## Conclusiones

Planteada la cuestión, nos animamos a dejar sembradas algunas hipótesis, ante la ausencia de profesionales locales en la ejecución de las obras que se llevaban a cabo. Como primera hipótesis, podríamos ensayar que nuestros iniciales profesionales contaban con escasa experiencia para realizar alguna de las obras señaladas. La cual podemos rebatir, ya que el período dado en la Tabla I, considerado entre 1885 a 1923, nos refiere a que ya había varias camadas de Ingenieros y Arquitectos locales egresados, por tanto ambas carreras ya contaban con un lapso de tiempo más que prudente para realizar ajustes curriculares e ir apuntando a promover la excelencia académica de sus egresados. Como segunda hipótesis, podríamos encuadrarla en base al encandilamiento de nuestra dirigencia por parecernos a la pujante Europa. Al respecto, extraemos la opinión del historiador Félix Luna: “La buena fe de Julio A. Roca (Presidente argentino durante los períodos 1880 – 1886, y 1898 - 1904), su creencia en que los ingenieros ingleses eran una garantía y la importancia del respaldo financiero de la Baring Brothers” (1997: 64). Palabras que se focalizaban en la construcción del Puerto de Buenos Aires (inaugurado el 28 de enero de 1889), pero que podemos extender en las otras obras realizadas. Situación que enrolamos debido a la inercia que se venía produciendo en nuestro territorio cuando no contábamos con profesionales locales, sin embargo desde 1870 comenzaron a egresar de la Universidad de Buenos Aires. Tampoco podemos perder de vista la hegemonía del Positivismo en la época, donde Gran Bretaña representaba la modernidad y la excelencia académica y tecnológica. Como tampoco podemos soslayar el mencionado apoyo financiero recibido, ya que es bastante conocido y acreditado como ascendieron los montos presupuestados inicialmente en la construcción del Puerto de Buenos Aires. Incremento monetario que no fueron destinados totalmente a las obras y formaron parte de la corrupción de la dirigencia de la época. Así como no podemos pasar por alto, que el proyecto del Puerto de Buenos Aires, fue orquestado por la gestión de un hábil comerciante como Eduardo Madero, quien encargo el diseño de esta obra al Estudio de ingeniería de Hawkshaw, Son y Hayter. Que además coincidía cuando el Vicepresidente de la Nación, era Francisco Madero (sobrino del comerciante). Por tanto, no podemos descartar un cierto tono de digitación familiar, dejando así de lado el proyecto presentado por el Ing. Luis Augusto Huergo (primer egresado de la Universidad de Buenos Aires). Y como tercera hipótesis, la podríamos focalizar frente al preponderante modelo agroexportador desarrollado para esos años en nuestro país. Alternativa que evidentemente impulso la ejecución de obras que apoyaran a dicho modelo, dejando así de lado al crecimiento industrial, entonces el incipiente surgimiento industrial, como también a la infraestructura supo destinar a nuestros profesionales, en el mejor de los casos para las tareas de agrimensura. Circunstancias que posteriormente se replicaron, y sólo en excepcionales momentos nuestra industria y los profesionales tecnológicos, como aconteció durante la primera y segunda presidencia de Juan D. Perón, o en el Desarrollismo, fueron tenidos en cuenta. Alternativas que justificarían en parte, la casi siempre escasa cantidad de jóvenes que eligen continuar sus estudios en carreras tecnológicas, y observando así una mínima cantidad de egresados. Al respecto se puede profundizar en la investigación del: Dr. Enrique Daniel Silva, “Aspectos que inciden en la tasa de egreso en las carreras de Ingeniería en la Argentina”, (Tesis Posdoctoral) Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, 150 p. (2016). Hubo que esperar, que recién en el 2012, a través del denominado Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012 – 2016 (que luego se extendió al 2021), se lanzara una serie de propuestas en pos de fomentar la formación tecnológica. Asimismo se debe mencionar que dicho Plan Estratégico, fue perdiendo su continuidad, dados los avatares de los distintos gobiernos que lo debían sostener. Razones que nos permiten argumentar, que la significación de las carreras tecnológicas ya desde casi su inicio, como hemos podido plantear sucintamente, a la actualidad no ha merecido una valoración ponderable. Resulta entonces imprescindible contar con un Proyecto Nacional, que nos permita observar prospectivamente para un lapso de tiempo mediano y futuro la orientación que se otorgara a nuestra industria, y por tanto a los profesionales tecnológicos.

Estas temáticas, tanto como las dadas en el desarrollo, como las hipótesis manejadas, resultaron trabajadas en grupos de estudiantes, para luego exponerlas en la clase de la asignatura Ingeniería y Sociedad. Se debe aclarar, que previamente se trataron las cuestiones que se expusieron en este material.

## Referencias

- Bourde G. (1977). Buenos Aires: Urbanización e Inmigración. Huemul.
- Lienur F. y Silvestre G. (1993). El umbral de la metrópoli. Sudamericana.
- Luna F. (1997). Breve Historia de los Argentinos. 13<sup>º</sup> Edición. Planeta.
- Rapoport M. y Seoane M. (2007). Buenos Aires. Historia de una ciudad. Tomo I. Planeta.
- Silva E. (2009). La Ingeniería: Su pasado y presente en nuestro país. Prometeo.
- Silva E. (2015). Aportes para el análisis futuro en la formación de ingenieros. Académica Española.
- Silva E. (2017). Alternancias de la política universitaria en Argentina. Académica Española.
- Silva E. D. "Aspectos que inciden en la tasa de egreso en las carreras de Ingeniería en la Argentina", (Tesis Posdoctoral) Universidad Nacional de Tres de Febrero, Buenos Aires, 150 p. (2016).
- Terren de Ferro D. (1985). Historia de la Instrucción Pública en la Argentina. Universidad del Salvador.

# La formación de ingenieros en el horizonte de la industria 4.0

## The formation of engineers in the horizon of industry

Presentación: 30/09/21

### María Celia Gayoso

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires (FRBA), Argentina.  
mccgayoso@gmail.com

### Sergio Daniel Manterola

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires (FRBA), Argentina.  
sdmanterola@yahoo.com.ar

### María Luisa Jover

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires (FRBA), Argentina.  
mljover@gmail.com

### Resumen

Esta presentación se enmarca en los avances del proyecto “Las actuales transformaciones del sector productivo y del mundo del trabajo: el desafío de la formación de ingenieros en el inicio del siglo XXI” radicado en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional. El objetivo del proyecto es identificar las consecuencias que tiene en la formación de ingenieros el avance acelerado de las innovaciones impulsadas por la *industria 4.0*. Las tecnologías 4.0, por su versatilidad para incrementar la productividad y competitividad sistémica, provocan la reconfiguración del trabajo y del empleo.

Los resultados del análisis documental y de la exploración en el campo manifiestan la orientación de los requerimientos laborales en orden al avance de la industria 4.0. y reflejan el desafío en que se encuentra la educación de ingenieros para configurar espacios específicos de formación en competencias genéricas transversales.

**Palabras clave:** enseñanza, competencias, ingeniería, industria 4.0

### Abstract

This paper is part of the progress of the Project “Current transformations in the productive sector and in the work world: the challenge in the formation of engineers at the beginning of the 21st century” based in the Buenos Aires Regional School of the Universidad Tecnológica Nacional. The objective of the Project is to identify the consequences the accelerated progress of innovations driven by industry 4.0 have on the formation of engineers. These technologies typical of the industry 4.0, due to their versatility to increase productivity and systemic competitiveness, cause the reconfiguration of work and employment. The findings of document examination and of field exploration reveal the orientation of the work requirements according to the advance of industry 4.0 and reflect the challenge engineering education faces to configure specific formation spaces in transversal generic competencies.

**Keywords:** teaching, competencies, engineering, Industry 4.0

### Introducción

Este trabajo presenta los avances del proyecto *Las actuales transformaciones del sector productivo y del mundo del trabajo: el desafío de la formación de ingenieros en el inicio del siglo XXI*. (Cód. TEUTIBA0005184TC). Esta investigación se inició en 2019, está radcada en la Facultad Regional Buenos Aires (FRBA) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) y pertenece al Programa de Incentivos. El equipo que la desarrolla tiene más de veinte años de trayectoria en la institución y se originó a partir del interés por la Enseñanza de la Ingeniería de un grupo de

profesores de ciencias sociales y de filosofía, al que se fueron sumando profesionales de las ciencias naturales e ingenieros de diversas especialidades, así como también becarios. La mayoría de los integrantes tiene formación de posgrado y vasta experiencia en el ejercicio de la docencia.

La primera etapa de trabajo tuvo el propósito de especificar las nociones de tecnología 4.0 e industria 4.0 que se presentan asociadas en la información académica y periodística y a partir de aquí, relevar el grado de presencia de estas tecnologías en el orden de la producción global y local. También se revisaron los lineamientos curriculares presentados en los documentos del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en relación con la formación por competencias, específicamente las sociopolíticas y actitudinales.

La pandemia por el Covid -19 y las restricciones que impuso a partir del 2020 limitaron el desarrollo de tareas del proyecto sin embargo, lo más relevante para esta investigación es que tal acontecimiento planetario provocó la aceleración de la difusión de las innovaciones asociadas a la industria 4.0 y a las tecnologías 4.0 con una magnitud insospechada en el 2019. La profundización de la transformación social y cultural liderada por esta confluencia tecnológica conmueve al orden de la producción y el trabajo, con implicancias directas en la educación de ingenieros. Esto refuerza el interés por la temática al mismo tiempo que exige revisar el objeto de estudio a la luz de las modificaciones del contexto y agudiza la necesidad de analizar cómo formar ingenieros que respondan con los saberes prácticos requeridos y con la comprensión del marco conceptual que les da sentido al otorgarles valor económico, social y político en su acción.

## Desarrollo

El incremento de productividad y eficiencia de la industria 4.0 se sostiene en la informatización, la digitalización y la integración de los procesos de producción mediante la convergencia de diversas tecnologías: inteligencia artificial, robótica avanzada, simulación, realidad aumentada, big-data, banda ancha 5G, software basado en la nube, internet de las cosas, *machine learning* y otras tecnologías que se van desarrollando y articulando a una velocidad sorprendente. El factor común en esta diversidad es el desarrollo intensivo de software, la incorporación de electrónica en los procesos y productos, la disponibilidad de gran volumen de datos para la eficaz toma de decisiones y el ahorro de energía en la gestión de recursos. Son tecnologías transversales que afectan la estructura comercial, financiera y manufacturera provocando tal cambio en la estructura productiva que puede conceptualizarse como un nuevo paradigma tecnoproductivo (Pérez, 2001: 7-8).

La denominación *industria 4.0* surgió a comienzos de la década del 2010 para designar la unión del mundo físico-real y el virtual en un sistema posible a través de la llamada internet de las cosas. El término se originó a partir de un grupo de especialistas convocado por el gobierno alemán para diseñar una mejora en la productividad industrial que dio lugar a un plan estratégico de alta tecnología con vistas al 2020. Desde esta raíz política, la noción de industria 4.0 no solo se convirtió en una referencia conceptual para vislumbrar una posible cuarta revolución industrial sino que también se empezó a aplicar retrospectivamente para designar las etapas anteriores – industria 1.0 , industria 2.0 e industria 3.0 – extendiéndose su uso al campo académico (Fernández, 2017: 222-227).

La fuerza disruptiva de los cambios en la producción, la comercialización y el empleo no se reconocen tanto en la novedad de las tecnologías que se aplican como en la forma de combinarlas y en la amplitud de propósitos con los que pueden ser utilizadas en sectores diversos y con efecto derrame hacia el resto de la economía. De aquí su importancia en el desarrollo económico ya que alientan la innovación en productos, procesos y servicios. Los límites entre estos sectores se desdibujan, a la vez que se amplía el entramado internacional del sistema industrial en términos regionales y globales. Este proceso de transformación requiere cambios sistémicos, ahí está su desafío. (CIPPEC, 2019: 12-15)

En el contexto nacional, una investigación publicada en 2019 y realizada por el Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC) da cuenta de que solo el 6% sobre una muestra de 307 empresas de diversas ramas industriales se encuentra cerca de la cima tecnológica 4.0, mientras que un 45% emplea tecnologías de desarrollo medio enfocadas a acortar las brechas de la frontera tecnológica. El grupo restante – el 49% - se muestra inactivo respecto del cambio y utiliza tecnologías de primera y segunda generación solamente. (CIPPEC, 2019: 4-5).

Cabe mencionar también que a comienzos de septiembre de 2021, la Cámara Argentina de Comercio y Servicios

(CAC) a través del Observatorio de Productividad y Competitividad (OPyC) de la Universidad CAECE presentó el Índice de Intensidad Digital, indicador diseñado para evaluar el nivel de adopción de tecnologías digitales por parte de las empresas argentinas en sus procesos de negocio. El informe destaca la urgencia de una agenda digital, que ordene prioridades, lo cual pone de manifiesto

otra vez la necesidad de acciones estratégicas de orden político en pos de superar situaciones de rezago. Por lo reciente de su publicación, el Índice de Intensidad Digital está pendiente de análisis en profundidad para su incorporación como recurso en este proyecto.

El contexto profesional para el que se prepara el estudiante de ingeniería aparece trazado por este nuevo paradigma donde la dinámica de incorporación de las tecnologías 4.0, su transversalidad y flexibilidad, representa una profunda exigencia por la forma en que transforma el trabajo y el empleo. Esta situación admite diversos ángulos de análisis. Aquí consideraremos por un lado, los perfiles de idoneidad requeridos por las empresas para cubrir puestos de trabajo relacionados con tecnologías 4.0 y por otro, el contexto normativo de la formación de ingenieros, el currículo de ingeniería.

### **El contexto profesional: demandas de idoneidad**

En septiembre de 2019 se realizó la clásica Feria de Empresas en la Facultad Regional Buenos Aires (FRBA) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), a la que asistieron integrantes del equipo de investigación con el objeto de entrevistar a los representantes de las empresas para conocer sus expectativas y propuestas a los estudiantes. Se consultaron diez empresas, todas de primera línea - nacionales y extranjeras -, algunas dedicadas a la producción y servicios y otras a la búsqueda de personal. Cinco de ellas afirmaron que desarrollan prácticas vinculadas a la *industria 4.0*. Se observó un vivo interés por captar estudiantes para sus planteles sin que fuera determinante, para la mayoría, el nivel alcanzado en la carrera. La especialidad no aparecía como factor excluyente, aunque mostraron mayor interés por estudiantes con conocimientos de informática, electrónica y, muy especialmente, de programación en cualquier lenguaje. No requerían experiencia laboral, ya que todas las empresas ofrecían planes de capacitación. Sin embargo, los entrevistados se refirieron a una carencia recurrente, expresada en la “falta de talentos” para ocupar puestos vacantes en la industria local, aludiendo a una posición subjetiva, actitudinal de los postulantes, y a un déficit de formación técnica. Corresponde resaltar que en la recorrida de la feria se pudo observar la especial dedicación de los representantes de las empresas a los estudiantes que pretendían información más depurada sobre la oferta de la organización: planes de capacitación, posibilidades de desarrollo profesional y régimen laboral. Este diferencial de actitud suscitaba la atención de los informantes.

El carácter integrador y flexible de las innovaciones asociadas a la industria 4.0 requiere de los ingenieros, junto con su formación tecnológica, habilidades transversales para ejercer su profesión en un mundo en cambio constante. La capacidad para trabajar en equipo, la flexibilidad y la comunicación entre otras habilidades blandas tienen cada vez más presencia en las búsquedas de profesionales, en especial en las empresas más avanzadas tecnológicamente (CIPPEC, 2019: 9). La falta de perfiles idóneos para satisfacer requerimientos de las tecnologías 4.0 es global, no sólo argentina. Las apreciaciones relevadas en la Feria de Empresas coinciden con lo publicado en relación con el rol que el empresariado le asigna a la educación para la industria 4.0. y refuerza la demanda de programas educativos que profundicen la capacidad creativa e innovadora de los estudiantes. (World Economic Forum, 2018) Es una decisión de política universitaria la manera de situarse ante estas demandas.

En el desarrollo de *Ingeniería y Sociedad*, asignatura homogénea perteneciente al ciclo básico de ingeniería en la UTN se llevó a cabo un sondeo en relación con el conocimiento e interés de los estudiantes respecto de la llamada industria 4.0. Dado que varios integrantes del equipo de investigación son docentes de esta materia, se pudo incorporar la actividad en la cursada virtual del segundo cuatrimestre de 2020. La mayoría de los estudiantes expresó un profundo interés por el tema, poca información respecto de la industria 4.0 y un casi nulo conocimiento de las habilidades profesionales que demanda. Este sondeo preliminar nos aportó elementos valiosos para definir qué categorías relevantes deberían ser incluidas en un diseño futuro que pretenda medir el estado actual del conocimiento que los estudiantes de la UTN FRBA poseen respecto de esta transformación tecnológica y su percepción del modo y el grado en que estas trayectorias tecnológicas tienen lugar en los distintos espacios curriculares. Creemos que este

insumo es fundamental para que la universidad pueda emprender una actualización de sus contenidos curriculares en vistas de semejante transformación que en el mundo del trabajo se está operando.

Precisamente, respecto de la educación de ingenieros, el acuerdo básico del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) desde hace treinta años sostiene que la formación de ingenieros debe tener presente el saber, el hacer y el ser. El currículo busca desplegar en contenidos y prácticas esta orientación, con sucesivos ajustes y reformas y siempre interpelado por la trascendencia social de las innovaciones tecnológicas que mantienen abierto el debate sobre la enseñanza.

Actualmente la *Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina*, el Libro Rojo, aprobado por el CONFEDI en 2018 propone “un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística” y “un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias, tanto genéricas de egreso del ingeniero (argentino e iberoamericano), como específicas de cada terminal” (CONFEDI, 2018: 18). En las competencias de egreso el documento diferencia las tecnológicas de las sociales, políticas y actitudinales. A estas últimas las identifica como desempeño efectivo en equipos de trabajo, comunicación efectiva, actuar con responsabilidad profesional, ética, y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global, aprender en forma continua y autónoma, actuar con espíritu emprendedor. (CONFEDI, 2018: 21)

De acuerdo con lo planteado anteriormente, estas competencias son compatibles con las demandas del ámbito laboral respecto de las condiciones subjetivas del graduado, diferenciadas de los conocimientos científicos y tecnológicos de su especialidad.

La línea de investigación de este equipo concentra su interés en lo que concierne a las competencias sociales, políticas y actitudinales bajo el supuesto de que en ellas se avanza en la formación humanística, declarada siempre como necesaria en ingeniería. Esto llevó al análisis de los factores que propone el Libro Rojo para la acreditación de las carreras. El documento establece la duración mínima de la carrera en 3.600 horas —cinco años— distribuidas en cuatro bloques curriculares. La normativa regula 2.165 horas; es decir, deja 1.435 horas para la orientación académica de cada institución. Importa señalar que al bloque *Ciencias y Tecnologías Complementarias* se le asignan 365 horas, un bloque que corresponde a la formación social y humanística, teniendo en cuenta que la tradición del currículo de ingeniería nombrar como “Complementarias” a los conocimientos de este tipo de disciplinas. En el Anexo 1 el Libro Rojo identifica las actividades reservadas, competencias específicas y descriptores de conocimiento para 25 títulos. Los descriptores de *Ciencias y Tecnologías Complementarias* indican conocimientos propios de ciencias sociales y humanidades que formaron parte del currículo histórico: Legislación, Economía, Higiene y Seguridad, ocasionalmente Sistemas de representación. En todas las especialidades se suma Formulación y evaluación de proyectos y en algunas carreras Gestión ambiental, Gestión de la Calidad. Hay descriptores novedosos que se enuncian para una sola carrera: Organización industrial, Introducción a la ingeniería, Desarrollo Socioeconómico, Ejercicio profesional y Teoría del estado y las instituciones. Esta enumeración muestra que aunque se distribuyan estos conocimientos en distintos niveles de las carreras, las horas reguladas parecen escasas para desarrollar las competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales. El documento salva esta dificultad al decir: “Tanto las competencias genéricas como las específicas de cada terminal pueden desarrollarse y perfeccionarse también fuera del ámbito académico; en el campo laboral, o bien en el marco de actividades universitarias extracurriculares, o solidarias, o de actuación ciudadana, entre otras. Las carreras podrán reconocer esta contribución al desarrollo y fortalecimiento de las competencias de egreso”. (CONFEDI, 2018: 21).

Aunque esta aclaración implica la apertura y flexibilidad del currículo de ingeniería respecto de la formación en competencias sociales, políticas y actitudinales ya que posibilita al estudiante entrar en contacto con las prácticas y tecnologías de la industria 4.0 en empresas u organizaciones sociales, estas situaciones quedan por fuera de los ámbitos de control directo de la universidad y se genera el problema de la instrumentación, evaluación y certificación de esta formación, cuestión que sólo se podrá superar mediante una adaptación curricular que dé cabida a estas prácticas.

Las competencias sociales, políticas y actitudinales se caracterizan por su transversalidad. Su tratamiento es necesariamente interdisciplinar, ya que involucran teorías de las ciencias sociales tal como lo muestran los

descriptores de conocimiento que identifica el Libro Rojo. El conocimiento del contexto cultural, político y económico en el que toman sentido los conocimientos específicos de cada terminal lo brindan las ciencias sociales y las humanidades. En el orden de la enseñanza encontramos que la transversalidad y la interdisciplinariedad necesarias para el desarrollo de las competencias mencionadas tienen un escaso espacio de consideración real en la práctica docente, en especial en el ciclo básico. Sospechamos posibles motivos que van desde tradiciones de enseñanza y estilos disciplinares hasta una visión parcializada o incompleta por parte de los docentes de la fuerza de cambio de las tecnologías 4.0 y de la centralidad con la que las competencias actitudinales están siendo requeridas para la inclusión laboral. Como ya se refirió, esta tendencia fue descrita con anterioridad al suceso global de la pandemia que según diferentes informes ha acelerado el proceso de transformación hacia la industria 4.0. La agenda próxima de esta investigación prevé la administración de una encuesta a docentes de diversas asignaturas y niveles con el fin de recabar respuestas y actualizar información de campo.

Tanto desde el currículo como desde las demandas laborales se refuerza que el graduado exhiba las competencias de adaptación, flexibilidad, responsabilidad e innovación al postularse para una posición laboral. Es deseable esperar que la formación humanística que el Libro Rojo propone, implique también construir con los estudiantes una trama de significados que aliente su vocación y los sostenga en los desafíos que les esperan. Este momento de profunda transformación del orden mundial quizá sea una oportunidad para repensar la enseñanza de la ingeniería en sus medios y fines, y en lo que respecta a las competencias sociales, políticas y actitudinales buscar instancias de articulación e integración para su desarrollo.

## Conclusiones

El proceso de reorganización del sistema productivo a partir del liderazgo de las tecnologías 4.0 se aceleró con la pandemia del Covid-19. Los relevamientos del grado de avance de la industria 4.0 en nuestro país confirman que se halla en sus inicios, pero presente. La industria 4.0 en desarrollo considera las competencias sociales, políticas y actitudinales del ingeniero con una centralidad inédita como requerimiento de inclusión laboral.

Cuando en 2018, el CONFEDI estableció los estándares de segunda generación para la acreditación de las carreras, reafirmó la importancia de la formación humanística dentro del modelo de formación por competencias que propone. El Libro Rojo identifica como competencias políticas, sociales y actitudinales de egreso a saberes que tienen su fuente en las ciencias sociales y en las humanidades y cuyo tratamiento implica transversalidad e interdisciplinariedad. Otorgar espacios específicos para estos saberes, según las condiciones mencionadas desafía la organización actual de las carreras y ciertos estilos de práctica de la enseñanza. El conocimiento por parte de los estudiantes de estas transformaciones del futuro laboral al que se van enfrentar nos parece fundamental también para acompañar las reformas curriculares que la Universidad necesita llevar adelante.

## Referencias

- CAC- CAECE – OPyC (2021). Índice de Intensidad Digital. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/1rmbo2ya0hgZESQjvEyw6SipuDC-5A/view>
- CIPPEC. (2019). Travesía 4.0. Hacia la transformación industrial argentina. Disponible en <https://www.cippec.org/publicacion/travesia-4-0-hacia-la-transformacion-industrial-argentina/>
- CONFEDI. (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, Argentina. Disponible en [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf)
- Fernández, J. (2017). La industria 4.0: Una revisión de la literatura. Actas de Ingeniería, 3, 222-227. Pérez, C. (2001). Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. Revista de la CEPAL. Disponible en <https://www.flacsoandes.edu.ec/agora/cambio-tecnologico-y-oportunidades-de-desarrollo-como-blanco-movil>
- World Economic Forum. (2018). Las habilidades transversales: el eje de la nueva educación para el empleo del futuro. Disponible en <https://www.weforum.org/es/agenda/2018/05/las-habilidades-transversales-el-eje-de-la-nueva-educacion-para-el-empleo-del-futuro>

# La lecto-escritura en el primer nivel de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Santa Fe

## Literacy in the first level of engineering careers at the National Technological University, Santa Fe Regional

Presentación: 14/10/2021

### Susana Roldán

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

### Carlos Suárez

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

### Resumen

La adquisición de competencias se sustenta en procesos comunicativos. El desarrollo y consolidación de dichas competencias deben continuar durante la instancia universitaria. Al analizar a los alumnos que inician su primer curso universitario de Física se observa que tienen graves dificultades en el aprendizaje de la disciplina y se considera que una de las causas es la brecha existente entre los requisitos de los currículos, profesores y textos, y las competencias que efectivamente han alcanzado los ingresantes una vez finalizados sus estudios secundarios. A partir allí se expone una experiencia didáctica realizada en el aula de clases.

**Palabras clave:** Competencias comunicativas – Aprendizaje – Lecto-escritura – Apropiación de conocimientos

### Abstract

The acquisition of competences is based on communication processes. The development and consolidation of these competences must continue during the university level. When analyzing the students who start their first university course in Physics, it is observed that they have serious difficulties in learning the discipline and it is considered that one of the causes is the gap between the requirements of the curricula, teachers and texts, and the competences that the new entrants have actually achieved once they have completed their secondary studies. From there, a didactic experience carried out in the classroom is exposed.

**Keywords:** Communication skills - Learning - Reading-writing - Appropriation of knowledge

### Introducción

La Universidad Tecnológica Nacional en su reformulación académica propone las Competencias Básicas, necesarias para el ingreso a la universidad, las que están referidas a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes, considerando:

- Comprender y/o interpretar un texto, elaborar síntesis, capacidad oral y escrita de transferirlo.
  - ✓ Producción de textos
  - ✓ Interpretar y resolver situaciones problemáticas.

En términos generales, la lectura ha sido ampliamente reconocida como una actividad indispensable para el desarrollo de los ciudadanos a nivel mundial (Rovira y López, 2017).

Se distingue por lo tanto que “la adquisición de competencias se sustenta en procesos comunicativos. Aunque estas competencias han de ser desarrolladas en la escuela secundaria, su desarrollo y consolidación deben continuar durante la instancia universitaria” (CONFEDI, 2014).

Ragout, Jorrat y Cohen (2016), mencionan que la práctica docente y la bibliografía especializada, muestran que los alumnos que inician su primer curso universitario de Física tienen graves dificultades en el aprendizaje de la disciplina y consideran que una de las causas es la brecha existente entre los requisitos de los currículos, profesores y textos, y las competencias que efectivamente han alcanzado los ingresantes una vez finalizados sus estudios secundarios.

La lectura es un componente intrínseco al aprendizaje de cualquier materia, ya que a través de ella los estudiantes toman contacto con la producción académica de una disciplina (Carlino, 2005a, citado por García, 2014).

Vásquez Rodríguez (2000) afirma que escribir “es poner afuera nuestro pensamiento”, es “exponer nuestro yo”, en otras palabras, es hacer evidente nuestra subjetividad, pues la escritura refleja las estructuras de pensamiento que poseemos y a través de ella es posible reconocernos.

Tomando como punto de partida a la asignatura Física I del primer nivel de las carreras de ingeniería y reconociendo que los profesores deben realizar una tarea educativa que trasciende la mera enseñanza de la disciplina, se expone una experiencia didáctica realizada en el aula de clases.

## Desarrollo

Al igual que lo manifestado por Ragout (2005), durante las clases se constató que un grupo de estudiantes no lograba apropiarse de significados de uso común aun cuando fueran en su lengua materna.

Esto trajo aparejada una dificultad para comprender los enunciados propuestos en las situaciones problemáticas, así como para alcanzar una adecuada representación simbólica y gráfica de estos.

Uno de los ejemplos que se pueden mencionar es el inconveniente presentado en la interpretación de la construcción “punto de sujeción”. De los 18 estudiantes que asistieron a esta prueba, la cual fue voluntaria, 12 evidenciaron problemas para interpretar lo solicitado. Al interpelarse a los jóvenes, se comprobó que la duda surgía justamente al no comprender la ubicación del punto mismo. Dicha construcción se emplea tanto en las unidades correspondientes a los conceptos relacionados con Dinámica del sólido, Equilibrio, Oscilaciones, por lo que se propuso durante las clases ejercitar la escritura de pequeñas conclusiones, que pudieran resolverse en párrafos cortos, pero que obligaran a los estudiantes a expresar por escrito sus pensamientos y dar cuenta de los principios físicos estudiados, así como del manejo del léxico.

Giammatteo y Albano (2012) expresan que “el léxico constituye la parte más vital de la lengua. Su importancia reside en que a través de él penetramos en los vericuetos de cualquier sociedad y cultura, y también nos introducimos en las distintas áreas del saber.”

Cabe acotar que paralelo a esto, se observó un incremento en la dificultad para interpretar las consignas, por lo que se visibilizó que tampoco se comprenden cabalmente los contenidos disciplinares, pero en esta ocasión, esto escapaba a la práctica propuesta.

Se continúa trabajando de esta manera, particularmente en la comisión Industrial B y se espera poder compartir con otras asignaturas del mismo nivel esta preocupación para iniciar un trabajo interdisciplinario.

## Conclusiones

Lamentablemente, no podemos afirmar que, con este intento aislado, se haya alcanzado un cambio realmente significativo.

En las producciones escritas de los estudiantes se observan falencias tanto en ortografía como en la redacción de las respuestas, las que pueden ser contradictorias o confusas, expresar razonamientos circulares y/o presentar falta de coherencia lógica, aun dentro de un mismo párrafo.

Con frecuencia no logran seguir ordenadamente las instrucciones que indican los enunciados de las consignas escritas.

Surgen aquí muchos interrogantes, la dificultad que se observa ¿procede de la falta de comprensión lectora en los alumnos?, ¿existe un problema actitudinal de parte de los estudiantes?, ¿existe una brecha entre las perspectivas de logro presentes en los docentes y las capacidades reales de los alumnos?

En el contexto de la enseñanza de la Física, la enseñanza de la lecto-escritura con fines de aprendizaje engloba operaciones de traducción de la lengua materna al lenguaje simbólico-matemático propio de las disciplinas específicas de una Facultad de Ingeniería, por lo que esta tarea constituye un verdadero desafío a emprender desde un enfoque multi y transdisciplinar, en el que resulta imprescindible un trabajo conjunto.

## Referencias

- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad: una introducción a la alfabetización académica*, Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina.
- Competencias en Ingeniería, Documentos del CONFEDI, 2014.
- Giammatteo, M. y Albano, H. (2012), *El léxico. De la vida cotidiana a la comunicación cibernética*. Biblos.
- Ragout, S., Jorrot, I. y Cohen, E. (2016). *El problema de la lecto-escritura en los primeros cursos de Física en una Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería*, Memorias del III Congreso de la Sociedad Argentina de Estudios Comparados en Educación (SAECE)
- Rovira, Y, y López, E. (2017). "La lectura en la enseñanza universitaria", *Revista Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 21(3), 386-398.

# La enseñanza de las ingenierías a personas con Discapacidad en la UTN - FRSF

## Teaching engineering to people with disabilities at the UTN - FRSF

Presentación: 16/10/2021

### **Eliana Noelia Femia**

UTN Facultad Regional Santa Fe, Argentina  
efemia@frsf.utn.edu.ar

### **Román Rafael Llorens**

UTN Facultad Regional Santa Fe, Argentina  
rlllorens@frsf.utn.edu.ar

### **Mariana Mansutti**

UTN Facultad Regional Santa Fe, Argentina  
mmansutti@frsf.utn.edu.ar

### **Resumen**

La enseñanza de las ingenierías a personas con discapacidad requiere de acciones pedagógicas formativas, diseñadas de acuerdo con la realidad de cada estudiante y focalizada en sus necesidades pero también es necesario que la institución en su conjunto se comprometa de forma que la accesibilidad sea transversal a toda la organización. Es por ello que desde la Facultad se han generado diferentes acciones a fin de favorecer el ingreso de estudiantes con discapacidad.

El presente documento tiene como objetivo visibilizar las experiencias de la UTN - Facultad Regional Santa Fe respecto al acompañamiento a personas con discapacidad en su trayecto formativo y a la sensibilización respecto a la temática. Estas actividades han sido y son desarrolladas por la Unidad de Acompañamiento a Personas con Discapacidad (UAPD) perteneciente a la Subsecretaría de Bienestar Estudiantil.

**Palabras clave:** accesibilidad académica, discapacidad; acompañamiento; sensibilización; bienestar estudiantil.

### **Abstract**

The teaching of engineering to people with disabilities requires formative pedagogical actions, designed according to the reality of each student and focused on their needs, but it is also necessary that the institution as a whole commit itself so that accessibility is transversal to all the organization. That is why the Faculty has generated different actions in order to favor the entry of students with disabilities.

The objective of this document is to make visible the experiences of the UTN - Santa Fe Regional School regarding the accompaniment of people with disabilities in their training journey and to raise awareness regarding the subject. These activities have been and are developed by the Unit for the Accompaniment of Persons with Disabilities (UAPD) belonging to the Undersecretary of Student Welfare.

**Keywords:** academic accessibility, disability; accompaniment; sensitization; student welfare.

## Introducción

La Convención sobre los Derechos Humanos de las Personas con Discapacidad (Resolución 61/106 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, de diciembre de 2006, Ley Nacional N° 26.378) tiene como propósito “promover, proteger y asegurar el goce pleno de condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades fundamentales para todas las personas con discapacidad, y promover el respeto de su dignidad inherente.” (p. 3)

En este mismo sentido, en el artículo 24 de Educación, se establece que los Estados Partes reconocen el derecho de las personas con discapacidad a la educación superior, la formación profesional, la educación para adultos y el aprendizaje durante toda la vida, sin discriminación y en igualdad de condiciones con los demás.

Estos artículos dan fundamento al accionar de la Unidad de Acompañamiento a Personas con Discapacidad (UAPD) en la FRSF y son la base en las que se apoyan las diferentes políticas de accesibilidad que se implementan a nivel institucional, a fin de asegurar la posibilidad de formarse en ingenierías a toda persona que así lo desee

## Desarrollo

“El modelo Social de la Discapacidad considera que la misma es en parte una construcción, un modo de opresión social y el resultado de una sociedad que no considera ni tiene presente a las personas con discapacidad. Desde este modelo se considera la autonomía de la persona con discapacidad para decidir respecto de su propia vida, y para ello se centra en la eliminación de cualquier tipo de barrera, a los fines de brindar una adecuada equiparación de oportunidades” (Palacios 2008, pág.26).

**ACCESIBILIDAD ACADÉMICA:** La accesibilidad como concepto describe una cualidad de algo a ser accedido. En tal sentido, el concepto de accesibilidad académica refiere a accesibilidad en términos de la academia, de los saberes, de la educación. Esta definición involucra tanto a un entorno presencial, escuela - salón de clases; o virtual, plataforma de aprendizaje - aula virtual - redes sociales; a un producto, asimilable a los recursos educativos seleccionados por los docentes sean en formato físico o digital; y a un servicio, asimilable a las prácticas docentes en un proceso de enseñanza y aprendizaje, (López, Restrepo & Preciado 2015).

En base a los conceptos presentados y las convenciones expresadas previamente se plantearon los siguientes objetivos específicos y ejes de trabajo para la UAPD. Los mismos pretenden ser transversales a todas las actividades que se desarrollen a fin de establecerse como un contexto que habilite el acceso a la información y la enseñanza

### **Objetivo:**

Garantizar tanto el derecho a la educación como el ejercicio profesional de todas aquellas personas que deseen formar parte de nuestra comunidad universitaria, coordinando acciones para que los principios de accesibilidad sean reflejados tanto en nuestra institución como en la sociedad que la sostiene.

### **Ejes de trabajo**

- **Cultura Institucional:** la accesibilidad se encuentra fuertemente relacionada con la cultura de las instituciones, el cambio en esta posibilita romper con barreras que impiden que las instituciones sean accesibles a toda la comunidad. Es por eso que se requiere establecer políticas institucionales que tiendan a generar los cambios culturales necesarios y potenciar las acciones existentes en función de la accesibilidad de la organización.

- Acompañamiento pedagógico formativo: el acceso al conocimiento debe cambiar en función a la evolución social de quienes quieren ingresar al mismo, es por eso que requiere de acciones pedagógicas formativas para potenciar las fortalezas y trabajar sobre las debilidades de aquellos que ingresan al sistema universitario.
- Formación docente: coordinar acciones para garantizar la formación continua de los docentes en relación a las nuevas prácticas y necesidades en torno a la enseñanza de la ingeniería, más específicamente para estudiantes con distintos tipos de capacidades.
- Socioeconómico: trabajar sobre ventanillas vigentes o propiciar las mismas para garantizar el acceso a la educación de aquellos que por razones económicas no pueden realizarlo.
- Infraestructura: supervisar y garantizar el acceso físico a la institución para toda la comunidad.
- Investigación: propiciar la investigación y el desarrollo tanto de técnicas de enseñanza como productos que garanticen la accesibilidad tanto académica como física de las personas.

En base a los objetivos y ejes de trabajo, se fueron desarrollando actividades, algunas de las cuales se comentan a continuación:

### **Cultura Institucional:**

Jornadas de información y concientización sobre Discapacidad

- Capacitación en PROCER – Ribodino, José- El sistema PROCER es un equipo que permite convertir texto impreso en audio y posteriormente en Word, lo que brinda la posibilidad de acceso de personas con discapacidad visual a diversos materiales de lectura que no se encuentran originalmente en formato digital.
- Taller “Ingéniate por la Inclusión”: se llevó a cabo en conjunto con Cilsa O.N.G por la inclusión, el cual tuvo como objetivo concientizar y aprender acerca de temáticas asociadas a la inclusión y la discapacidad haciendo foco en la tecnología como herramienta clave para generar accesibilidad. El taller estuvo dividido en dos módulos: a) Módulo de concientización en discapacidad e inclusión. b) Módulo Integración Creativa: resolución de problemas a través de la tecnología.
- Taller vivencial “VIVIRLO PARA ENTENDERLO”: El Taller se realizó en 2017 y se repitió en 2019 en el marco de la semana de la salud. El mismo se llevó a cabo junto con Cilsa O.N.G por la inclusión. Se realizaron actividades vivenciales tales como caminar con los ojos vendados utilizando bastones blancos y recorrer la facultad trasladándose en silla de ruedas.
- Impresión de Banner y Folletería informativa y de sensibilización.

### **Acompañamiento pedagógico formativo:**

Seguimiento personalizado de estudiantes:

A lo largo de estos años, se realizó el acompañamiento personalizado de estudiantes con discapacidad. Para ello se llevaron adelante las siguientes actividades:

- Reuniones con docentes a lo largo del año académico:
- Reunión con docentes previas al inicio de las materias
- Reuniones con docentes durante el seguimiento de las asignaturas

- Reuniones de articulación entre docentes de diferentes niveles, a fin de intercambiar experiencias y recursos pedagógicos.
- Comunicación periódica a través de correos y mensajes para conocer las necesidades de los docentes y poder darle las herramientas y ayuda necesaria.
- Reuniones de seguimiento con cada estudiante para conocer su estado académico y poder coordinar las herramientas y adecuaciones que serían necesarias para el cursado de las diferentes asignaturas
- Implementación de tutores/as estudiantes, a fin de realizar un acompañamiento desde una perspectiva par, favoreciendo espacios de confianza y contención, así como apoyo en cuanto a necesidades específicas.
- Adaptaciones razonables: para cada caso se realizaron las adaptaciones que fueron necesarias sin comprometer el nivel de exigencias ni el contenido de las asignaturas y siempre con previo acuerdo con la persona con discapacidad
- Comunicación telefónica y realización de reuniones con la Familia de los jóvenes para conocer más sobre su condición y tener más herramientas para trabajar desde la unidad.

### **Formación docente**

- Reuniones entre el equipo docente y personal del equipo Psicopedagógico de la FRSF para evacuar dudas y generar estrategias
- Charla: “Dificultades específicas de aprendizaje y los alumnos universitarios”: La charla fue destinada a todos los docentes de las Carreras que se encuentran en nuestra Casa de Estudios. Los objetivos que se persiguieron fueron: Brindar información sobre las principales dificultades que pueden presentar los estudiantes que interfieran en el proceso de enseñanza – aprendizaje, destacando las más comunes; Profundizar en el desarrollo de la “Dislexia” como problemática que afecta a varios jóvenes estudiantes de nuestra casa de estudio; Dar herramientas y sugerencias para ser utilizadas en clase por los docentes.
- Seminario para la enseñanza de EDITOR LAMBDA. El mismo es un editor de matemáticas para personas ciegas. Se realizó un convenio por medio del cual se brindó a la comunidad Facultativa la posibilidad de capacitarse en el uso de dicha herramienta.

### **Socioeconómico:**

- Además de las becas económicas que brinda la FRSF, se establecen vínculos con instituciones como CILSA, la escuela para ciegos Escuela Especial N°2075 Dr. Edgardo Manzitti, la Asociación de personas Sordas de Santa Fe. (ASORSAFE) que brindan apoyo y asesoramiento. Así mismo se participa, y difunden convocatorias nacionales o provinciales que puedan beneficiar a través de becas a estudiantes con discapacidad, así como también a tutores/as que acompañen el proceso educativo de las personas con discapacidad.

### **Infraestructura**

Equipamiento accesible para la Facultad

- 4 ascensores para acceder a las diferentes áreas del edificio y rampas en los ingresos
- 2 sillas de ruedas donadas a la institución por la asociación CILSA

- Para el caso de estudiantes con ceguera se implementó el uso de una plancha metálica con imanes y elásticos que funcionaban a modo de ejes coordenados que permitieron trabajar sobre diferentes conceptos matemáticos, de lógica y programación.
- Se realizó la compra del traductor de texto PROCER, equipo que permite convertir texto impreso en audio y posteriormente en Word, lo que brinda la posibilidad de acceso de personas con discapacidad visual a diversos materiales de lectura que no se encuentran originalmente en formato digital.
- Espacio en Campus Virtual “Cátedras Accesibles”. Espacio de Intercambio entre Docentes, Tutores y el Equipo de la Unidad de Acompañamiento a estudiantes con Discapacidad.
- Se realizó la compra e instalación de un Aro Magnético para el auditorio de nuestra Casa de Estudio. El mismo es un amplificador que entrega su señal de salida a un cable que se instala rodeando un área. Como consecuencia, se produce en la superficie de la misma un campo electromagnético que copia exactamente a la señal audible proveniente de la consola de sonido u otra fuente similar. Este campo es recogido por la bobina telefónica del audífono, cuando éste es colocado en la posición “T”. El uso de este tipo de sistemas permite una transmisión directa del sonido al audífono, sin los efectos adversos de la distancia, la reverberación o el ruido de fondo.
- Se cuenta con una impresora 3D para poder materializar diferentes estructuras que permitan tanto a personas con discapacidad visual y a personas videntes comprender conceptos que así lo requieren.

## Investigación

### Encuesta de Accesibilidad:

En mayo de 2019 se implementó por primera vez por medio del SysAcad una encuesta de relevamiento de personas con discapacidad (Res. De CS Nro. 2680/2016). La misma tiene como objetivo poder tener un conocimiento más consolidado respecto a la situación de nuestros estudiantes y brindar desde la UAPD, el seguimiento necesario para aquellos estudiantes que así lo requieran. Las preguntas que constituyen la encuesta indagan respecto a si la persona posee alguna discapacidad; si tiene dificultad o limitaciones permanentes para: Leer, aún con anteojos /Oír cuando usa audífonos/ Caminar o subir escaleras /Agarrar objetos o abrir recipientes con las manos /Hablar; y si posee certificado de discapacidad

Como resultado 1566 estudiantes respondieron la encuesta. 9 de ellos contestaron que poseen una discapacidad y 4 estudiantes poseen certificado de discapacidad.

### Jornadas, Trabajos, Investigación:

- I Workshop de Tutorías en la Educación Superior: Las tutorías, la virtualidad y los Sistemas Institucionales de Educación a Distancia: Se realizó la elaboración del trabajo denominado "programa de tutorías dentro de la unidad de acompañamiento a personas con discapacidad - propuesta para la enseñanza de ingeniería (basada en la experiencia de interacción con un alumno con discapacidad visual)". El mismo fue presentado y aprobado por la comisión evaluadora.
- PID – UTN convocatoria 2020: se participó en la elaboración del Proyecto denominado: Políticas de Accesibilidad en Carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe. Del mismo participan Docentes, no docentes y estudiantes de nuestra Facultad.
- Jornada Internacional desde una perspectiva inclusiva: La mirada de la Universidad del centenario: Se participó en carácter de asistentes en las jornadas desarrolladas los días 31/10 y

01/11. En las mismas, se presentaron diferentes trabajos y propuestas con el objetivo de seguir trabajando sobre las condiciones institucionales y curriculares que posibiliten procesos genuinos de inclusión y permanencia en los estudios universitarios; y promover el mayor ingreso y la continuidad de estudios superiores a través del trabajo conjunto entre docentes y estudiantes del nivel medio y superior.

- Diseñando aulas inclusivas. Accesibilidad de las aulas virtuales. perteneciente al ciclo de charlas propuestas por el Programa de Formación y el Programa de Accesibilidad Académica del Área de Inclusión y Calidad de Vida de la UNL. Se participó en calidad de asistentes. En principio se definen algunos conceptos que permiten comprender la perspectiva de discapacidad que posee la institución educativa.
- DISCAPACIDAD: “La discapacidad es en realidad, un hecho social, en el que las características médicas y biológicas de la persona tienen importancia en la medida en que evidencian la capacidad –o incapacidad– de la sociedad para dar respuesta a sus necesidades. Es decir, las limitaciones son construidas por la propia sociedad que no brinda servicios adecuados y medios de integración para las personas con discapacidad.” (Acuña & Bulit 2010, pág.35).

## Conclusiones

A partir de la experiencia con estudiantes con discapacidad fue necesario reformular algunas formas de enseñar que habilitaron contenido no solo para personas con discapacidad sino para toda la comunidad de estudiantes, lo cual nos lleva a pensar que ante la necesidad la comunidad educativa puede mutar en cuanto a formas de crear conocimientos, contenidos y evaluar resultados y de esta forma transformarse en una comunidad accesible que mire las necesidades, que genere acciones que, promuevan cambios y que traduzca en actos lo que se visualiza a partir de encuestas y estadísticas.

Las acciones propuestas abren espacios de intercambio con la comunidad universitaria a fin de fomentar la sensibilización, la generación de recursos y herramientas para favorecer el ingreso y permanencia de estudiantes con discapacidad en el aula ya sea virtual o presencial.

La constante necesidad de capacitarnos y formarnos desde la docencia nos interpela a mirar la realidad de los estudiantes de nuestra facultad y atender a sus necesidades y requerimientos desde la apertura, la escucha y la contención.

La importancia de estrechar lazos con otras instituciones educativas y el aprendizaje que dicha articulación conlleva nos ha hecho crecer como comunidad educativa, revisando nuestras prácticas y habilitando espacios de innovación, actualización e inclusión.

## Referencias

- Acuña, C. & Bulit, L. (2010) Políticas sobre la discapacidad en la Argentina: el desafío de hacer realidad los derechos. Buenos Aires, Siglo Veintiuno Editores.
- López, A.; Restrepo, F.; Preciado, Y. (2015) Accesibilidad académica: un concepto en construcción. Comunicación presentada en VI Congreso Internacional sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR). Granada.
- ONU. (2008) Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo facultativo. Fundación AEQUITAS y Colegio de Escribanos de la Provincia de Buenos Aires; FEN Editora Notarial.

- Palacios, A. (2008) El modelo social de discapacidad: orígenes, caracterización y plasmación en la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Edi. Cinca.
- Rivera Sanchez, B; (2011) Documentos Responsabilidad Social Universitaria (RSU), Pensamiento Universitario N° 21, Asociación Colombiana de Universidades, Colombia. ISBN 0124-3543 - recuperado de ([http://plataforma.responsable.net/sites/default/files/el\\_pensamiento\\_universitario\\_-\\_rsu.pdf#page=8](http://plataforma.responsable.net/sites/default/files/el_pensamiento_universitario_-_rsu.pdf#page=8) )

# Reflexiones sobre la formación de ingenieros. Fundamentos de química. Aportes del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de Ingeniería (Programa de TEyEI)

## Engineering education. The chemical bases. Contributions of the Educational Technology and Engineering Teaching Program (TEEI)

Presentación: 15/10/2021

### Claudio Dominighini

Programa de TEyEI. Universidad Tecnológica Nacional – Argentina  
cdominighini@frba.utn.edu.ar

### Zulma Cataldi

Programa de TEyEI. Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
zcataldi@frba.utn.edu.ar

### Susana Juanto

Programa de TEyEI. Universidad Tecnológica Nacional – Argentina  
sjuanto@frlp.utn.edu.ar

### Resumen

Se busca presentar las ideas centrales que permitan visibilizar la importancia del cambio climático y cómo esta problemática requiere de la búsqueda de consensos para incorporar en los diseños curriculares de ingeniería temas que están siendo analizados por las Naciones Unidas, la Fundación Nobel, la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) y la ISO (Internacional Organization for Standardization) entre otras organizaciones. En fundamentos de química el enfoque didáctico debería orientarse para permitir el tratamiento de temas relacionados a la problemática del cambio climático. Se propone desarrollar los conceptos de este enfoque ambiental en forma transversal a los contenidos propios de la asignatura homogénea a fin de que los futuros profesionales puedan interpretar los equilibrios sistémicos y las reacciones químicas comunes en el ecosistema y entender que el uso irracional de la energía aumenta los niveles de contaminación ambiental. Esto conlleva a pensar en formas creativas para bajar, tratar o remediar los niveles de contaminantes ambientales.

**Palabras clave:** cambio climático, sostenibilidad, química, ingeniería

### Abstract

The central ideas that allow to make visible the importance of climate change and how this problem requires the search for consensus to incorporate in the engineering curricular designs that are being analyzed by the United Nations, the Nobel Foundation, the IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) and the ISO (International Organization for Standardization) among other organizations. About the concepts of chemistry, the didactic approach should be oriented to allow the treatment of issues related to the problem of climate change. Chemical concepts are proposed in a transversal way to the contents of so that future professionals can interpret the systemic balances and chemical reactions common in the ecosystem and understand that the irrational use of energy increases the levels of environmental pollution. This leads to thinking of creative ways to lower, treat or remedy the levels of environmental pollutants.

**Keywords:** climate change, sustainability, chemistry, engineering

## Introducción

Cuando se piensa en la formación de ingenieros y en los problemas que deberán afrontar en el futuro surgen preguntas como:

¿Cuáles deberían ser los saberes de un ingeniero para el 2030?

¿Qué deberían conocer para comprender las relaciones entre la industrialización y el equilibrio ambiental?

¿Qué deberían aprender durante su formación, más allá de los contenidos relacionados a su profesión específica?

Las respuestas pueden surgir al ver los temas de la agenda de las Naciones Unidas (UN, 2021), y en particular los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que se enumeran debajo:

1. Erradicar la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
2. Poner fin al hambre, conseguir la seguridad alimentaria y una mejor nutrición, y promover la agricultura sostenible.
3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.
4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.
5. Alcanzar la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.
6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
7. Asegurar el acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos.
8. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.
9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.
10. Reducir las desigualdades entre países y dentro de ellos.
11. Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
12. Garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles.
13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
14. Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible.
15. Proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica.
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.
17. Fortalecer los medios de ejecución y reavivar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.

Como se puede observar, el concepto de sostenibilidad es transversal a todos los ODS, ya sea al hablar de sostenibilidad del ecosistema o de sostenibilidad de cada uno de sus componentes, de sostenibilidad económica o de sostenibilidad de la industrialización, de agricultura sostenible o de gestión sostenible del agua, del suelo o aire, de saneamiento de un recurso, o del uso de la energía asequible y fiable, de cambio climático, o de desertificación y degradación del suelo, entre otros. Hablar de sostenibilidad entonces, significa asegurar las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras en todos los aspectos de la vida.

Tanto el estudiante como el graduado deberán conocer y comprender los conceptos involucrados en los ODS que son un requerimiento en la formación de los profesionales en principio para el 2030. Una sostenibilidad ambiental que contemple la industrialización racional y que promueva la desaceleración del cambio climático lleva a pensar en la formación universitaria de saberes imprescindibles para las carreras de ingeniería, ya que todo ingeniero, independientemente de su especialidad deberá tomar decisiones con requerimientos ambientales y sociales, al incorporarse al medio productivo.

Los temas que deben ser abordados, entre otros, son: el cambio climático, los gases de efecto invernadero, la huella de carbono, las infraestructuras resilientes y con bajas emisiones de gases invernadero, equivalentes en CO<sub>2</sub>, la calidad del aire, los contaminantes del suelo y del agua, la protección de los humedales, la contaminación en general y su remediación, la gestión de recursos energéticos y la generación de residuos. Estos temas deben ser incorporados y relacionados con los conceptos de química básica transversalmente a los contenidos de la asignatura.

El PID MSUTNBA006561, tecnologías de potabilización de aguas, aporta algunos fundamentos teóricos a esta comunicación.

## Desarrollo

### Enfoque didáctico

El enfoque didáctico de los fundamentos de química debería relacionar la problemática del cambio climático, para poder interpretar los equilibrios y las reacciones químicas en el ecosistema y el uso racional de la energía, para analizar

y poder determinar los niveles de contaminación ambiental, buscando reducirlos, tratarlos o remediarlos. Por estos motivos, deberán incluirse en los diseños curriculares no sólo cómo contenidos didácticos sino como enfoques que permitan el análisis y la aplicación de los conceptos de química necesarios que promuevan en el estudiante su capacidad de investigación, partiendo del reconocimiento y evaluación del problema para que sus saberes en química le permitan interpretar lo que sucede desarrollar soluciones creativas. Para ello, se pueden plantear: estudios de casos, investigaciones dirigidas a través de sitios de Internet seguros, exposición y debate de temas entre otras actividades. Si bien en el nivel inicial de las carreras no se van a resolver problemas de ingeniería completos, se podrán plantear soluciones con otras asignaturas, incluyendo conceptualizaciones y el uso de herramientas matemáticas o físicas, de acuerdo a la especialidad. (Dominighini, 2019).

La resolución de los problemas prácticos de índole ambiental requiere de planteos novedosos desde la química y todas las áreas que puedan aportar soluciones alternativas, modelos matemáticos y proyecciones con base en la inteligencia aplicada al big data, es decir poniendo la mirada en categorías de análisis dentro de estructuras químicas y físicas, asistidas por algoritmos de búsqueda y optimización de recursos. En este sentido la química es la ciencia central relacionada a todos los aspectos esenciales para la sostenibilidad del planeta (Dominighini, 2019).

En muchas prestigiosas organizaciones, se observa la búsqueda de consensos que permiten discutir y analizar la problemática ambiental. Las Naciones Unidas, la Fundación Nobel, la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) y la ISO (International Organization for Standardization), incorporan cómo temas de análisis y debates los temas relacionados al cambio climático. De hecho, el Premio Nobel de Química 2021 fue otorgado al alemán Benjamin List y al estadounidense David MacMillan por haber desarrollado una nueva herramienta de construcción de moléculas que ha vuelto más "verde" la química y ha mejorado la investigación farmacéutica. Se trata de la catálisis asimétrica, que permite la reducción de residuos contaminantes en la fabricación de medicamentos (Fundación Nobel, 2021). Y a su vez, el Premio Nobel de Física 2021 fue para dos especialistas en la modelización física del cambio climático: el japonés-estadounidense Syukuro Manabe, quien trabaja como meteorólogo en la Universidad de Princeton; y el alemán Klaus Hasselmann, profesor del Instituto Max Planck de Meteorología (Fundación Nobel, 2021). También, la IUPAC tiene como eje central el cambio climático, en un encuentro durante 2021 se presentan los informes de varios países considerando el cambio climático cuyo origen es la actividad humana. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado en 1988 para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta (IUPAC, 2021).

Recientemente, se ha publicado la nueva norma UNE-EN ISO 14064-1:2019 en español. En esta norma se definen los límites para realizar el cálculo e informe de la huella de carbono de una empresa y facilita la inclusión de fuente de emisión indirectas de GEI (Gases de efecto invernadero) (ISO, 2021). Los investigadores plantean que: *"El cambio climático derivado de la actividad antropogénica ha sido identificado como uno de los mayores desafíos que enfrenta el mundo y seguirá afectando a las empresas y los ciudadanos en las próximas décadas"*.

Volviendo a la propuesta didáctica, el enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento planteado en la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, plantea, entre otras, como *competencias genéricas* las siguientes que pueden contribuir para el desarrollo en los cursos de fundamentos de química *aprender en forma continua y autónoma, formular y comprender problemas y situaciones, pudiendo crear y desarrollar estrategias para resolverlos* (Cataldi, 2019). En los diseños curriculares actuales se hace foco en el desarrollo de competencias tales como: *aprender en forma continua y autónoma*, definida por el CONFEDI, como requeridas para el ingeniero actual a la que se puede agregar cumpliendo la premisa de Agil Education (Dominighini, 2019) que se basa en una filosofía de mejora continua, es un modelo que promueve ciclos de enseñanza visibles e interactivos, donde se fomente el aprendizaje significativo y relevante desde la propia experiencia de los alumnos, con evaluaciones basadas en retroalimentación y reflexión lo que permite un crecimiento continuo que incrementa la colaboración y la auto-dirección.

La formación básica en química les proporcionará a los futuros ingenieros las herramientas conceptuales para poder conocer e interpretar la problemática del cambio climático y la industrialización creciente, desde una mirada científica y tecnológica.

La universidad 4.0 debe reorientar la producción científica y tecnológica hacia el ámbito socioproductivo, para poder construir espacios reales y virtuales para el desarrollo productivo y hacia el talento 4.0 con tecnología de avanzada, también debe articular sus acciones para formar profesionales educados para la Responsabilidad Social y la Sostenibilidad. El universitario del futuro requerirá estar aprendiendo todo el tiempo, lo que significa el punto final de estudiar una carrera que servirá para toda la vida (Cataldi y Dominighini, 2019).

## Relato de una experiencia

Entre las variadas propuestas didácticas, en esta experiencia se ha ensayado “*describir el equilibrio natural y analizar las situaciones que nos alejan del mismo, comenzando por los ciclos biogeoquímicos del carbono, del oxígeno y del nitrógeno*”.

Estos son elementos indispensables para las biomoléculas, y en condiciones naturales se regula su existencia en estado libre o combinado a través de ciclos naturales, que dan la oportunidad de hablar de formación de compuestos, de conservación de la masa, de leyes de la química. Pero, las actividades humanas alteran esos ciclos: En el caso del C por exceso de CO<sub>2</sub>, que no puede ser fijado como glucosa a través de la fotosíntesis, y que provoca el efecto invernadero y consiguiente cambio climático. En el caso del O<sub>2</sub> por aparición de ozono que altera su ciclo y en el caso del N<sub>2</sub>, el exceso de fertilizantes contamina el agua de las napas.

Estos problemas en particular no son sólo locales, sino globales, pueden considerarse una problemática común en Latinoamérica y en el mundo. El Grupo IEC (Investigación en Enseñanza de las Ciencias) de Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, ha desarrollado experiencias áulicas con el EBC (Enfoque Basado en Competencias) relacionadas con el cambio climático. Puede verse el trabajo realizado con la Dra. Calderón Salas, del Tecnológico de Monterrey. En el, se relata el desarrollo en paralelo con una cátedra de Química en México y la Cátedra de Química en la Facultad Regional La Plata, sobre el cambio climático (Calderón Salas, 2020).

El objetivo de esta investigación fue identificar el desarrollo de competencias de estudiantes universitarios con dos formaciones diferentes (Ingeniería y Biología) provenientes de Argentina y México. La metodología consistió en el diseño e implementación de una experiencia de aprendizaje híbrida con componentes de aula invertida, taller y proyecto, y el análisis del proceso de desarrollo de competencias. Ambos grupos de estudiantes carecían de experiencia previa en EBC, lo que les permitió reflexionar sobre su metacognición. Fue durante el desarrollo de este trabajo que se aprendió (en la acción) la escritura de rúbricas, la puesta en práctica de la flipped classroom (aula invertida) y la conveniencia de los cuestionarios que les permitió desarrollar el proceso de metacognición.

Como parte final de la experiencia, dada su formación, los estudiantes de Argentina se enfocaron en encontrar soluciones propuestas desde la Ingeniería, y algunos comentaron experiencias de su lugar de trabajo, mientras que los de México realizaron campañas virtuales de concientización sobre los efectos y el cuidado del medio ambiente, consistente con su perfil en Ciencias Biológicas. Se destaca particularmente que los estudiantes se involucraron con interés, todas las comisiones de estudiantes coincidieron en la identificación de problemas tales como la concientización sobre el efecto de las actividades humanas en el ciclo del carbono, concepto que constituyó el mayor disparador de las discusiones y el motivador para encontrar soluciones y/o realizar campañas de concientización. Esta comunicación fue posible justamente gracias a los recursos educativos abiertos, que permitieron el acceso libre y gratuito a diversas fuentes de información, que permitieron a los estudiantes percibir que existen problemas transversales en Latinoamérica. También se posibilitó una apertura cultural, al examinar trabajos de ambos países y percatarse de que existen problemas globales. Las tecnologías abiertas posibilitaron que rúbricas y cuestionarios redactados en México se respondieron también en Argentina. Aquí cobra relevancia también el uso de Internet, TIC, y el desarrollo de competencias genéricas, como la expresión oral y escrita adecuada.

El trabajar de manera diferente permitiendo el uso de las redes sociales fue clave para la motivación de los estudiantes, ya que pudieron dar a conocer de manera pública lo que aprenden y la relevancia que tiene su conocimiento en una problemática social (solución real a un problema real). Cabe mencionar que independientemente de la carrera que están cursando, los alumnos mostraron sensibilidad a la problemática, autocrítica y reflexión (Juanto, 2021)

## Conclusiones

Esta comunicación busca plantear temas relevantes académicamente, para discutir y analizar, y así llegar a consensos básicos sobre la formación en ingeniería que se pretende para los futuros profesionales. En ese sentido, se propone tomar documentos relevantes como los acuerdos de Naciones Unidas sobre temas ambientales, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 2021, (COP26), cuyo objetivo es demostrar la urgencia y las oportunidades de avanzar hacia una economía neutra en carbono y aprobar un paquete de medidas equilibrado y negociado que cumpla con el Acuerdo de París (2015) y permita avanzar hacia los objetivos climáticos de las Naciones Unidas. Los aportes permitirán analizar la problemática desde una perspectiva general y plural, a fin de contar con la mejor información disponible hasta la fecha.

## Referencias

- Calderón Salas, I.; Caballero, C. N.; Prodanoff, F.; Juanto, S. (2020). Analizando el Cambio Climático mediante el Enfoque Basado en Competencias. Estudio de Caso en México y en Argentina. Memorias CIMTED, ISSN 2500-5987, CIEBC2020, Colombia:Ed.CIMTED. Disponible en <https://memoriascimted.com/memorias/>
- Cataldi, Z. y Dominighini, C. 2019. Desafíos en la Educación Universitaria para el 2030. Más allá de la generación Z: La generación Alfa. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales Vol. 17(25), págs.1-6. 2019 ISSN 1667-8338
- Cataldi, Z. y Dominighini, C. 2019. Fundamentos de Química: Una experiencia para la enseñanza de gases basada en competencias. "El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas", CONFEDI. El enfoque por competencias en las ciencias básicas: Casos y ejemplos en educación en Ingeniería (pp. 31-39). Buenos Aires: Editorial Edutecne
- climate-negotiations/paris-agreement\_es  
COP 26 (2021) <https://ukcop26.org>
- Dominighini, C.; Cataldi, Z. (2019) *Una estrategia ágil de evaluación del aprendizaje en Química*. Jornada de intercambio de experiencias pedagógicas. UTN FRBA 13 de setiembre.
- Fundación Nobel (2021) <https://www.nobelprize.org>
- ISO (2021) <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:es>
- IUPAC (2021) <https://iupac.org/climate-change-2021-the-physical-science-basis/>
- Juanto, S., Cappello, V., Prodanoff, F., & Zerbino, L. (2021). El Enfoque Basado en Competencias. Primeras aproximaciones desde Ciencias Básicas. *Revista Tecnología Y Ciencia*, (41), 1–17. <https://doi.org/10.33414/rtyc.41.1-17.2021>
- Paris / (2015) <https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/>
- UN (2021) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/>



Área temática:

La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria



# Una experiencia de aula invertida en Análisis Matemático I

## A flipped classroom experience in Mathematical Analysis 1

Presentación: 13/09/2021

### **Betina Williner**

Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
bwilliner@unlam.edu.ar

### **Roxana Scorzo**

Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
rscorzo@unlam.edu.ar

### **Resumen**

Como respuesta al problema generado en los comienzos de la pandemia sobre el dictado de las clases en el nuevo contexto, en la cátedra de Análisis Matemático I de carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza implementamos la metodología de aula invertida. Sintéticamente es una metodología que invierte el orden de una clase tradicional y tiene tres momentos diferenciados: la presentación del contenido que se realiza antes de la clase en un espacio de aprendizaje autónomo, la clase propiamente dicha donde el profesor retoma lo abordado previamente por los estudiantes, y, por último, después de la clase, el estudiante repasa lo explicado con actividades de refuerzo con sus propias estrategias. En este artículo presentamos la organización de esos tres momentos en nuestra cátedra y algunos de los resultados de una encuesta que hicimos a los estudiantes una vez terminado el cuatrimestre.

**Palabras clave:** aula invertida, momentos, materiales, estrategias didácticas.

### **Abstract**

In response to the problem generated in the beginnings of the pandemic regarding teaching in this new context, in the Mathematical Analysis 1 chair of the engineering careers of the National University of La Matanza we implemented the flipped classroom methodology. Synthetically, it is a methodology that flips the order of a traditional lesson and has three differentiated moments: the presentation of the content which is made previous to the lesson in an autonomous learning space, the lesson itself where the teacher takes up the previous work made by the students and, lastly, the student reviews what has been explained with reinforcement activities using its own strategies after the lesson. In the current article we present the organization of these three moments in our chair and some results from the poll that we made to the students once the quarter was finished.

**Key words:** flipped classroom, moments, materials, didactic strategies.

### **Introducción**

Nuestro contexto es la cátedra de Análisis Matemático I (AMI) del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). Hace varios años que realizamos docencia e investigación en procesos de enseñanza y aprendizaje del Cálculo. Pudimos incorporar metodologías activas, tecnología, uso de dispositivos móviles, entre otros. Si bien este proceso de reflexión y mejora permanece, el contexto de pandemia que comenzó en 2020 nos obligó a reflexionar, organizar y llevar adelante acciones diferentes a las usuales.

Como primera medida indagamos aspectos teóricos de diversas metodologías de enseñanza aprendizaje usando entornos virtuales, y elegimos la de aula invertida. Sintéticamente es una metodología que invierte el orden de una clase tradicional y podríamos decir que hay tres momentos diferenciados: la presentación del contenido se realiza antes de la clase, en un espacio de aprendizaje autónomo, por medio de videos breves, audios o lecturas que los estudiantes revisan en el trabajo previo a la sesión. En la clase propiamente dicha el profesor realiza actividades en donde se retoma lo abordado previamente por los estudiantes, refuerza conceptos, aclara dudas, etc. Después de la clase el estudiante repasa lo explicado en clase con actividades de refuerzo que le da el profesor o con sus propias estrategias.

En este artículo presentamos la organización de esos tres momentos a los que hicimos referencia y algunos resultados de una encuesta realizada a los alumnos sobre la valoración de la metodología y los materiales utilizados.

## Desarrollo

### Marco conceptual. Aula virtual

Area Moreira y Adell Segura (2009:398) definen el aula virtual como “un espacio o entorno creado virtualmente con la intencionalidad que un estudiante obtenga experiencias de aprendizaje a través de recursos/materiales formativos bajo la supervisión e interacción con un profesor”. Es un espacio de enseñanza aprendizaje inserto en un sistema comunicacional mediante una computadora; organizado, planificado y dirigido por el docente. El alumno, en este espacio, puede desarrollar acciones similares a las que realiza en forma presencial: formular preguntas, resolver problemas, entregar actividades, trabajar en equipo, realizar ejercicios, entre otros.

### Marco conceptual. Aula invertida

Entendemos las metodologías activas como estrategias didácticas que ponen al estudiante en el centro del proceso, el cual no gira en torno al docente y los contenidos sino al alumno y las actividades que realiza para alcanzar su aprendizaje. Estas metodologías están basadas en las actividades que los alumnos realizan para aprender, son esenciales para fomentar la implicación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje y promueven la adquisición de competencias personales y profesionales. La tarea docente consiste en la configuración de escenarios formativos más que en la transmisión de contenidos, en la ordenación y disposición de materiales y recursos que permitan a los estudiantes, de forma autónoma, pero también guiada y orientada, acceder a nuevos aprendizajes (García Hernández, Porto Currás y Hernández Valverde, 2019).

Dentro de estas metodologías se encuentra la llamada aula invertida que, como su nombre lo indica, invierte el orden de una clase tradicional. Como explicamos anteriormente esta metodología tiene tres momentos diferenciados: un momento previo a la clase donde se da la transmisión del contenido a través de materiales y recursos; luego la clase sincrónica propiamente dicha en la que se realizan actividades que recuperan lo estudiado por el alumno en forma autónoma y los profesores guían el aprendizaje. Por último, el tercer momento se da cuando el estudiante refuerza lo aprendido mediante sus propias estrategias o recursos que le brinda el profesor.

### Momentos del aula invertida en Análisis Matemático I de DIIT

El primer momento consiste en la configuración de escenarios formativos para favorecer el aprendizaje autónomo por parte de los estudiantes. En base a los materiales que ya teníamos y otros elaborados especialmente, decidimos planificar el aula invertida a través de lo que llamamos tareas. Las mismas consisten en una estructura, ordenamiento u “hoja de ruta” que el estudiante tiene que realizar antes de la clase propiamente dicha (Williner, 2021). Cada tarea cuenta con las siguientes actividades a realizar por los alumnos:

- ✓ Contenido: damos en forma sintética los contenidos que se desarrollan en esa tarea.
- ✓ Lectura de apuntes de clase: indicamos las páginas del apunte teórico-práctico de la cátedra en donde se encuentran desarrollados el contenido. En éste se indican también los objetivos de aprendizaje.





Figura 3. Padlet o muro sobre ejemplos de infinitésimos.

En ciertas oportunidades les damos a los alumnos un cuestionario en Formulario Google sobre el tema que tuvieron que estudiar. Tratamos de que sea corto. Esto permite que lo hagan en clase y que también tengamos los resultados en el momento para saber qué concepto y/o propiedad hay explicar o aclarar. En otras ocasiones les solicitamos a los alumnos que elaboren un informe explicando, con sus palabras, el contenido de alguno de los videos que figuran en las tareas. Algunas veces planteamos foros de discusión sobre alguna pregunta o proposición sobre el tema estudiado. Las respuestas se dan en forma escrita en la plataforma que usamos. El profesor alienta al debate y a la contestación entre los mismos estudiantes. Algunos alumnos exponen a sus compañeros mediante diapositivas en Power Point o subiendo imágenes de ejercicios resueltos.

El tercer momento consiste en el repaso, por parte del alumno, de lo visto en clase. Para afianzar los conceptos vistos elaboramos evaluaciones de opción múltiple en la plataforma MIEL de la universidad. Estas se habilitan a todas las comisiones uno o dos días determinados que se comunican al comienzo del cuatrimestre. Están divididas por temas. Si bien no son obligatorias incentivamos que los alumnos las realicen para control de su aprendizaje.

## Resultados

Realizamos una encuesta a los alumnos que terminaron de cursar la materia en el primer cuatrimestre 2021. La respondieron 170 alumnos de los cuales, el 60% cursó en el turno mañana, el 12% en el turno tarde y el 28 % en el turno noche. En cuanto a la edad, el 55% tenía entre 18 y 20 años y el 45% 21 años o más. El 54% era la primera vez que cursaba la materia. Un 72% de los entrevistados usó la computadora personal o del trabajo para conectarse y el 99% tiene wifi en su casa. Nos centramos en algunas preguntas sobre los materiales y sobre la metodología.

Realizamos preguntas referidas a los materiales brindados, a la organización por tareas, a los materiales extras que utilizaron durante el cuatrimestre, entre otros. Por la extensión del artículo nos dedicamos a las preguntas que estaban referidas a la metodología de aula invertida. Dimos cinco oraciones al respecto y pedimos el grado de acuerdo/desacuerdo con las mismas. La escala usada fue tipo Likert, donde la puntuación 1 significaba totalmente en desacuerdo y la 5 totalmente de acuerdo.

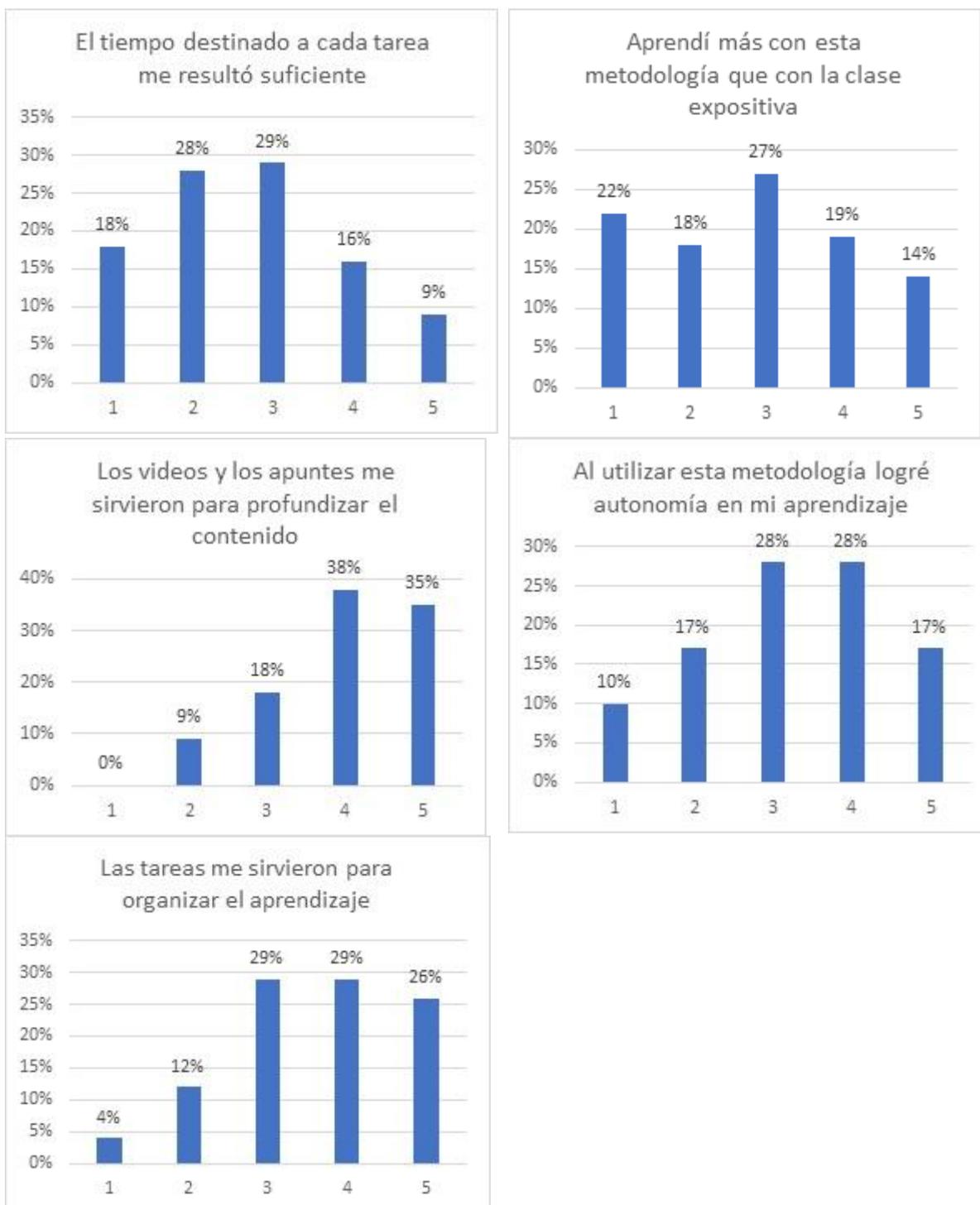


Tabla 1. Algunos de los resultados de la encuesta. Fuente propia

De las respuestas damos cuenta que el tiempo entre tareas no es suficiente para casi la mitad de los alumnos (46%). Nosotros intuíamos esta opinión ya que los alumnos se atrasaban entre tareas. Es una materia con mucho contenido y estudiar solos les demanda un tiempo mayor. A su vez los estudiantes perciben que aprenden más con la clase expositiva. Es nuestro desafío estimular el estudio independiente para lograr autonomía en el aprendizaje. La mayoría de los alumnos valora positivamente los materiales (videos y apuntes) y la organización por tareas.

## Conclusiones

En este artículo quisimos mostrar cómo organizamos el aula invertida a través de tareas y algunas herramientas que nos provee la web para crear momentos en el aula donde podemos conocer qué entendieron los alumnos cuando estudiaron el tema en forma autónoma de una manera amena y dinámica. Consideramos que la combinación de recursos enriquece la clase y motiva tanto a alumnos como a docentes. Todas las aplicaciones expuestas (Mentimeter, padlet, formularios Google, etc.) son muy sencillas de usar. Está en nosotros indagar qué opciones tenemos e innovar.

Los resultados de la encuesta nos muestran alumnos dependientes del profesor, que todavía no han logrado un aprendizaje autónomo. Si bien valoran la organización de la materia, no están “cómodos” con la metodología. Esto puede ser porque demanda un esfuerzo mayor, por parte del alumno, que en una metodología tradicional. Tengamos en cuenta también que son alumnos de primer año, algunos recién inician sus estudios universitarios. En la virtualidad tanto estudiantes como docentes se enfrentan a condiciones muy diferentes a las que están acostumbrados, las cuales contrastan con sus roles y prácticas habituales en la enseñanza presencial.

Estos resultados coinciden, en cierta forma, con los obtenidos por Garzón e Ibañez (2020). Estos autores analizan el logro de aprendizaje en estudiantes aplicando la estrategia de aula invertida, en una investigación con grupo control y experimental. Concluyen que esta metodología mejora los logros de aprendizaje, pero advierten que es necesario implementarla por más tiempo, ya que observan que los estudiantes se van adaptando mejor a la modalidad y mejoran el proceso de autorregulación de sus aprendizajes con el paso del tiempo. También concluyen que es necesario, en el grupo donde se implementa la modalidad aula invertida, garantizar tareas de control para ver si realmente se entendieron y realizaron las actividades sugeridas. Esto nos alienta a pensar que esta modalidad de trabajo puede perfeccionarse para obtener mejores logros en los procesos de aprendizajes de los estudiantes y nos invita a seguir indagando al respecto.

## Referencias

- Area Moreira, M. y Adell Segura, J. (2009). E- learning: Enseñar y aprender en espacios virtuales. En J. De Pablos (Coord). Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet. Málaga: Aljibe, 391-424.
- García Hernández, M. L., Porto Currás, M y Hernández Valverde, F.J. (2019). “El aula invertida con alumnos de primero del magisterio: fortalezas y debilidades”. REDU. Revista de Docencia Universitaria, 17 (2), 89-106.
- Garzón Gordo, A. y Ibañez Ibañez, J. (2020). Aula invertida, una estrategia que incide en el logro de aprendizaje. Actas del XIII Congreso Iberoamericano de Computación para el Desarrollo - COMPDES2020. Quetzaltenango (Guatemala).261-267.
- Williner, B. (2021). “La clase invertida a través de tareas. Una experiencia durante el periodo de aislamiento por COVID-19 en carreras de ingeniería”. Te&E. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 28, 48-55.

# Una experiencia para desarrollar las competencias en la formación de ingenieros

## An experience to develop competencies in the Engineer training

Presentación: 16/09/2021

### Olga Scagnetti

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

### Eva Casco

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

### Sandra Ramirez

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

### Resumen

El propósito de este trabajo es presentar una experiencia, realizada en alumnos de ingeniería, con intención de promover competencias del tipo sociales, políticas y matemáticas. Se llevó adelante, en un grupo de alumnos de un curso cuatrimestral de la asignatura Análisis Matemático II de la Facultad Regional Santa Fe, con intención de realizar cambios significativos: Cambios en la estrategia de enseñanza de expositiva a la enseñanza centrada en el alumno y con ello, cambios en el método de evaluación. Además se incorporaron clases virtuales asincrónicas. En cuanto a la evaluación, la metodología se basó en coloquios distribuidos a lo largo de todo el cuatrimestre. Se utilizaron portfolios y dinámicas de grupos de trabajo, promoviendo el trabajo colaborativo y la oralidad utilizando TICs. La experiencia arrojó muy buenos resultados para el equipo docente, en cuanto a la evaluación formativa y , por medio de una encuesta, fue valorada positivamente por los estudiantes.

**Palabras clave:** Competencias – Ingeniería- Evaluación -TIC

### Abstract

The purpose of this investigation is to present an experience carried out in engineering students with the intention of promoting social, political and mathematical competencies. This study took place on a group of four-month course in the Mathematical Analysis II Class of Santa Fe Regional College, with the intention of making significant changes: Change in the teaching strategy from an expositive way to a student-centered teaching and also changes in the evaluation method. Asynchronous virtual classes were incorporated also. And for the evaluation, the methodology was based on oral discussions distributed throughout the entire semester. Portfolios and work group dynamics were used, promoting collaborative work and orality using ICTs. The experience left very good results for the teaching team, in terms of the formative evaluation, and was positively valued by the students, through a poll.

**Keywords:** Competencies – Engineering- Evaluation

## Introducción

El gran desafío que enfrentan las universidades en la actualidad es formar ingenieros capaces de enfrentar problemas cada vez más complejos. Para lograr tener un buen desempeño laboral deben tener desarrollado una serie de competencias que le permitirán actuar de manera eficiente ante cualquier situación que lo demande. Marzo, Pedrana y Rivera, citado por García (2013, p 3), afirman que “un ingeniero debe desarrollar habilidades y destrezas relativas a la capacidad de comunicación, el trabajo en equipo, el aprendizaje continuo, el manejo de diferentes idiomas, el uso de tecnologías digitales y el poseer un espíritu flexible, creativo e innovador que permita el liderazgo”.

Durante la formación profesional de un ingeniero se deben generar actividades que potencien y desarrollen las competencias tanto generales como matemáticas. La educación necesita no solo transmitir saberes, sino también incentivar y desarrollar la capacidad de pensar, el trabajo en equipo y de resolución de problemas en el área profesional, entre otros.

El concepto de competencia tiene muchas aristas, el instituto Nacional de Empleo (citado por Zabalza, 2007) habla de conjunto de conocimientos, saberes, habilidades y aptitudes que debe poseer un sujeto para la futura vida profesional. En cambio, Houston (citado por Zabalza, 2007) habla de cinco categorías de competencias: conocimientos y habilidades cognitivas, actuaciones prácticas, ejercicio eficaz de una función, actitudes y experiencias.

Es importante entender, y sobre todo en la educación universitaria, que las competencias no se desarrollan en abstracto, sino que se deben generar situaciones y actividades concretas. Como las competencias son de carácter personal e intrasferibles se necesitan planificar especialmente las actividades para poder potenciarlas en los estudiantes.

El modelo basado en competencias propone una integración entre los conocimientos, las habilidades, las destrezas, los valores, los modelos profesionales y las actitudes. Focaliza la capacidad de reflexionar sobre la realidad, utilizando los conocimientos para resolver situaciones problemáticas. Aunque existen críticas hacia este modelo por la excesiva dependencia del mundo laboral, una formación teórica donde prevalece el pragmatismo y adolece el desarrollo intelectual y la adquisición de los saberes superiores.

El libro rojo del CONFEDI diferencia las competencias genéricas con las competencias específicas. Las competencias genéricas las separa en dos categorías: competencias tecnológicas y competencias sociales, políticas y actitudinales con las que debe contar un ingeniero al egresar de la universidad. Y las competencias específicas son concretas de las diferentes ramas de la ingeniería.

Muchas veces el aprendizaje de la matemática se da de forma lineal-secuencial produciendo una acumulación de conocimientos que pocas veces los estudiantes saben aplicarlos. Esta perspectiva teórica y abstracta causan que los alumnos desconozcan qué es hacer matemática, por qué y para qué abordar determinados contenidos y fundamentalmente cómo lo utilizaran en su futura vida profesional.

Las competencias matemáticas están relacionadas con la capacidad de los alumnos de razonar, analizar, plantear, formular, resolver e interpretar tareas matemáticas en diversos contextos. OCDE/PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes auspiciado por la UNESCO y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) define “las competencias matemáticas son la capacidad de un individuo para identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados y utilizar las matemáticas en formas que le permitan satisfacer sus necesidades como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo” (citado por Flores et al, 2011, p2)

Niss (2003) clasifica a las competencias matemática como:

- Pensar matemáticamente: plantear preguntas, abstracción, generalización y saber manipular los conceptos, teoremas, proposiciones y conjeturas.
- Plantear y resolver problemas matemáticos: Identificar, plantear y resolver distintos tipos de problemas matemáticos.
- Modelar matemáticamente: Traducir los problemas en estructuras matemáticas.
- Razonar matemáticamente: Evaluar argumentos de otros, saber argumentar con fundamentos, comprender los distintos tipos de pruebas matemáticas.
- Manejo de símbolos: Utilizar lenguaje y operaciones simbólicas, formales y técnicas.
- Comunicarse en, con y sobre matemática: Comprender y expresarse en diferentes niveles tanto escrito, oral como visual.
- Utilizar ayudas de forma reflexiva y diversas herramientas matemáticas.

## Desarrollo

El modelo basado en competencia propone una integración entre los conocimientos, las habilidades, las destrezas, los valores, los modelos profesionales y las actitudes. Focaliza la capacidad de reflexionar sobre la realidad, utilizando los conocimientos para resolver situaciones problemáticas necesarias en el profesional de ingeniería. Las

competencias deben ser propiciadas en todos los niveles de estas carreras. Por ello, proponemos realizar cambios significativos en el proceso enseñanza aprendizaje de la asignatura del segundo nivel, Análisis Matemático II (AMII). Estas modificaciones se basan en trasladar la estrategia de enseñanza expositiva a la de enseñanza centrada en el alumno y con ello, el método de evaluación.

Con respecto a la estrategia de enseñanza, se implementó una nueva metodología de trabajo en el curso cuatrimestral recusantes de la materia AM II de Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), que se dictó en el segundo cuatrimestre del año 2020. Esta experiencia se realizó en el marco del proyecto “Análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje: La utilización d tecnologías emergentes y su contribución en el desarrollo de competencias en los alumnos del ciclo básico de la UTN-FRSF”.

La pandemia mundial causada por el virus Covid-19 forzó a que las clases y evaluaciones fueran de forma virtual, aprovechando las bondades de las TICs. Las clases sincrónicas, de este curso, se realizaron a través de la plataforma Microsoft Teams, mientras que las clases asincrónicas se volcaron en el campus virtual de la cátedra. Las clases asincrónicas consistían en videos donde se explicaban los conceptos, definiciones y teoremas de la materia. También se proporcionaban ejemplos, demostraciones de teoremas y problemas resueltos. En las clases sincrónicas se resolvían, conjuntamente con los alumnos, tanto ejercicios del libro de texto utilizado por la catedra como ejercicios integradores. En dichas clases era fundamental la participación activa de los estudiantes.

Respecto de la forma de evaluación de los últimos años la cátedra de AM II son exámenes teóricos-prácticos. En la presencialidad eran exámenes escritos mientras que en la virtualidad los alumnos deben aprobar tres instancias de evaluación. En la primera se evalúa la teoría con ejercicios tipo verdaderos/falso o múltiple opción. En la segunda parte práctica se plantea la resolución de ejercicios y la tercera instancia es oral donde se les hace preguntas sobre errores cometidos o para profundizar en algún tema. Ambas modalidades acordes a un estilo más tradicional de enseñanza y evaluación.

Los docentes hemos evidenciado la carencia de competencias del tipo sociales, políticas y actitudinales dentro de las específicas. Por ello nos propusimos como específicas el desarrollo de nuevas competencias: “Habilidades interpersonales”, “Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones”, “Capacidad para generar nuevas ideas (Creatividad)”. Zabalza, M. (2007).

Con intención de desarrollar en los alumnos estas competencias, las instancias de evaluación del curso cuatrimestral se hicieron en forma oral a través de la plataforma en Microsoft Teams. Las mismas consistieron en ocho coloquios distribuidos a lo largo de todo el cuatrimestre donde se les entregaba tres ejercicios o problemas por grupo contando con cuatro días para resolverlos para luego exponer su resolución. Las presentaciones orales tenían una duración de 25 minutos por grupo y el docente era el encargado de dar el orden de exposición de los alumnos.

En cada instancia de evaluación el docente formaba grupos en forma aleatoria, obligando a los alumnos a adaptarse a interactuar, estudiar y aprender con distintos compañeros. Esto fomentaba la competencia social, el trabajo en equipo, el intercambio de ideas y las opiniones entre los integrantes del grupo.

Para medir, por parte de las docentes, el desarrollo de las competencias matemáticas y sociales en los alumnos se utilizó una rúbrica (figura 1) donde en la tabla de doble entrada se relacionaban los criterios de las competencias con los niveles de dominio. Se evaluó:

- Cómo plantearon y resolvieron los problemas,
- Si identificaron los nexos entre la teoría y el problema,
- Si buscaron distintas vías de solución
- Si fueron creativos,
- De qué manera argumentaron lo realizado,
- Si sabían argumentar con fundamentos, el uso del lenguaje matemático y el uso de herramientas gráficas para una mejor comprensión del problema y,
- Se analizó la comunicación de los alumnos, y la manera de expresar sus ideas en forma clara y precisa.

	Resolución	Conceptos teóricos	Presentación y administración del tiempo	Expresión	Motivación
Excelente	Resuelve de forma distinta a la presentada en clases. Utiliza conceptos teóricos adecuadamente 4	Demuestra comprensión de los conceptos teóricos. Sabe trasladarlos a las distintas situaciones 3	Presentación bien planificada con apoyo visual. Respeta el tiempo estipulado. 1	Expresa sus ideas y resolución en forma clara y precisa. 1	Participa activamente en las clases. Hace buenos intercambios con los compañeros. Realiza aportes significativos. 1
Satisfactorio	Resuelve bien. Utiliza conceptos teóricos adecuadamente 3	Demuestra poca comprensión de los conceptos teóricos 2	Presentación con apoyo visual. No respeta el tiempo estipulado 0,75	Expresa sus ideas y resolución con mediana claridad. 0,75	Realiza los coloquios. Hace aportes interesantes. 0,75
Puede mejorar	Resuelve de manera mecánica y algorítmica. O no resuelve pero entiende la relación con la teoría 2	Sabe los conceptos de forma memorística sin comprenderlos. 1	Presentación sin apoyo visual. Hace gráfico. Respeta el tiempo. 0,5	Resulta por momentos difícil de entender las ideas o la resolución. 0,5	Realiza los coloquios sin hacer ningún aporte. 0,5
Insuficiente	No resuelve. No encuentra relación con los conceptos teóricos 0	No sabe los conceptos teóricos 0	Malta presentación. No respeta el tiempo. 0	No se comprenden cuáles son las ideas o la forma de resolución 0	No asiste a los coloquios 0

Figura 1: Rúbrica utilizada para evaluar las competencias

Para valorar esta experiencia por parte de los estudiantes se les realizó al final de la cursada una breve encuesta. Esta encuesta considera dos dimensiones, su actitud hacia las clases y su apreciación sobre la medida en que se desarrollaron las competencias en ellos, compuesta por 9 ítems con construcción tipo Likert (5 para aspectos sobre su actitud hacia la cursada, y 4 para la valorización del desarrollo de competencias), con siete opciones de respuesta de 1 a 7 (1 menor valoración a 7 mayor valoración). Se muestra en la Figura 2.

Respecto a las clases

Responda valorando de 1 a 7 donde, según su realidad donde, 1 es nunca y 7 es siempre

- 1- ¿Ve los videos de las clases teóricas?
- 2- ¿Asiste a clases de práctica?
- 3- ¿Realiza la ejercitación propuesta del libro?

Responda valorando de 1 a 7 donde, según su realidad donde, 1 es mala y 7 es muy buena

- 4- En su opinión, la modalidad de los coloquios como recurso para la promoción directa de la materia. La considera
- 5- En su opinión que le parece el modo de evaluar con rúbrica (tabla valorativa de distintos aspectos)

Respecto a su aprendizaje.

Responder valorando de 1 a 7 donde 1 es estoy en total desacuerdo y 7 es estoy muy de acuerdo.

- 1- La modalidad de cursada me permitió desempeñarme de manera más efectiva en grupos.
- 2- La modalidad de aprobación por coloquios me permitió mejorar mi expresión oral.
- 3- La modalidad de cursada mejoró mi capacidad de aprendizaje autónomo.
- 4- La modalidad de cursada mejoró mi forma de presentación de trabajos.

Figura 2: Encuesta sobre actitud hacia la cursada y percepción de desarrollo de competencias.

### Resultados de la experiencia

El 80% de los alumnos que rindieron el primer coloquio promocionó AM II y lo hicieron con notas no menores a 7 (siete).

La modalidad virtual permitió que los alumnos dispongan del material didáctico previo al coloquio, organizando el estudio de los distintos temas según disponibilidad horaria de cada alumno. Ya que debían rendir los coloquios cada 15 o 21 días. Esto motivó a los alumnos para aprender y entender la materia, y redujo el índice de deserción de la materia. Solo un 38% tuvo que recuperar algún coloquio en diciembre y el 100% aprobaron.

Respecto a la valorización de los alumnos el 87,5% de las valoraciones sobre si esta experiencia le permitió desempeñarme de manera más efectiva en grupos fueron entre 5 y 7. El 87,4% de los estudiantes consideraron que mejoró su expresión oral valorando entre 5 y 7. El 63% valoró con 6 o 7 su mejora de aprendizaje autónomo. El 81% de los estudiantes valoró con 5 o más su mejora en la presentación de trabajos.

Se preguntó también su opinión acerca de esta nueva metodología. Algunos comentarios fueron:

“En lo personal me pareció una metodología muy superadora”

“El tener las clases de teoría en video fue fundamental, puede ver una, dos o hasta tres veces el tema para entender.”

“Creo que esta metodología de cursar y evaluar fue excelente. Me doy cuenta que me ayudó mucho al aprendizaje autónomo. Las clases teóricas grabadas daban la posibilidad de verlas en momentos que no interfieran con otras clases.”

“En los coloquios existía un intercambio de los ejercicios que ayudó a resolverlos de otra manera. Fue muy buena esta metodología, y ojalá se pueda incorporar en otras cátedras.”

## Conclusiones

Como docentes consideramos que los cambios propuestos tanto en la estrategia de enseñanza como en la evaluación contribuyeron a la motivación del alumno y facilitaron la apropiación del conocimiento. La utilización de las herramientas tecnológicas en el contexto de la virtualidad propició la accesibilidad al material y que el aprendizaje tienda a centralizarse en el alumno propiciando el desarrollo de competencias guiado por el docente que resultó un mediador en el proceso.

La virtualidad nos abrió el camino para desarrollar nuevas prácticas de enseñanza mediadas por la tecnología, posibilitando el desarrollo de clases sincrónicas y asincrónicas favoreciendo el desarrollo de competencias.

Consideramos que la educación universitaria debe brindar las herramientas para que los alumnos desarrollen su capacidad de pensar, comprender el entorno, trabajar en equipo, ser flexible y saber comunicar. El hecho de explotar el potencial que las TICs ofrecen le otorga al alumno la posibilidad de afianzar en criterios sustantivos como la autonomía, la flexibilidad y la interrelación de los contenidos, comparar resultados, corroborar respuestas o evacuar dudas y se destacan las ventajas de su uso (es ágil y ahorros de tiempos, mejor visualización, es didáctico).

Esta experiencia evidencia, a través de los resultados obtenidos por los alumnos que tanto las competencias matemáticas como sociales fueron desarrolladas.

Los alumnos motivados trabajaron en el proceso de enseñanza aprendizaje colaborativamente y expresaron su apreciación respecto de la metodología.

El acto educativo debe ser consciente, transformador y encaminado en desarrollar competencias para que los alumnos sean capaces de resolver problemas de forma creativa, eficiente y efectiva.

Esta experiencia nos motiva como docentes a aplicarla en otras comisiones permitiendo que los alumnos puedan apropiarse del conocimiento y desarrollar las competencias tan necesarias de desarrollar en ingeniería.

## Referencias

- Confedi (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina “libro rojo de confedi”. Rosario. Argentina. ´
- Flores I., Camarena P., Soto J. (2011) Desarrollo de competencias matemáticas en ingeniería con implementación en AVA. XIII conferencia Interamericana de educación matemática. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil
- García Retana, J. (2013) Ingeniería, matemática y competencias. Revista electrónica “Actualidades investigativas en Educación” Vol 14 N°1
- Niss, M. (2003) Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish KOM Project. In.

A. Gagatsis & S. Papastavridis (Eds.), 3rd Mediterranean conference on Mathematical Education- Athens, Hellas 3-4-5 January (pp. 116-124), Hellenic Mathematical Society.  
-Zabalza, M. (2007) "El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria". Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Santiago de Compostela. España.

# Reconocimiento de la función derivada

## Derivative function recognition

Presentación: 21/09/2021

### Marta Graciela Caligaris

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

### María Elena Schivo

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

### María Rosa Romiti

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

### Resumen

El Análisis Matemático se vincula con conceptos relacionados con la abstracción que no resultan sencillos para los estudiantes. Teniendo en cuenta distintas investigaciones realizadas sobre dificultades en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial, particularmente en el aspecto local y global de la derivada, se llevó a cabo un estudio en el que se analizó si brindando información sobre la derivada en un punto, los estudiantes podían inferir sobre la función derivada y viceversa. En este artículo se comentan experiencias realizadas en 2016, 2017 y 2021, los resultados correspondientes y los cambios implementados en 2021 mediante la incorporación de aplicaciones interactivas confeccionadas con GeoGebra y la utilización de sitios web propios durante las clases sincrónicas online de la asignatura. El objetivo de este trabajo es analizar si dichas incorporaciones provocan cambios en los resultados obtenidos hasta el momento. La experiencia fue llevada a cabo con alumnos de Análisis Matemático I de distintas especialidades de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional.

**Palabras clave:** función derivada, derivada local, aplicaciones interactivas

### Abstract

Calculus is linked to concepts related to abstraction that are not easy for students. Taking into account different research studies carried out on difficulties in the teaching and learning of Differential Calculus, particularly in the local and global aspect of the derivative, an own study was carried out. It was analyzed if by providing information on the derivative at one point, the students could infer about the derivative function and vice versa. This article shows experiences carried out in 2016, 2017 and 2021, the corresponding results and the changes implemented in 2021 through the incorporation of interactive applications prepared with GeoGebra and the use of self-designed websites during the synchronous online classes of the issue. The objective of this work is to analyze if the changes in the classes cause variations in the results obtained so far. The experience was carried out with students of a first course on Calculus of different specialties of Engineering of the Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional.

**Keywords:** derivative function, local derivative, interactive applications

## Introducción

El Cálculo se asocia con determinados aspectos, entre ellos la necesidad de resolver problemas ligados a movimientos, trazados de rectas tangentes a curvas, búsquedas de máximos y mínimos y velocidades de cuerpos.

Dichos conceptos están relacionados con la abstracción. Para Azcárate Giménez y Camacho Machín (2003), el proceso de abstracción -que consiste en la sustitución de fenómenos concretos por conceptos confinados en la mente- se puede decir que sea una característica que sólo se trabaja en la Matemática Superior, como tampoco lo son las de analizar, categorizar, conjeturar, generalizar, sintetizar, definir, demostrar, formalizar, pero adquieren mayor relevancia en dicho nivel. Estos procesos cognitivos son los implicados en el pensamiento matemático avanzado que se llevan a cabo en asignaturas como Análisis Matemático I.

Ferrini-Mundy y Graham (1994) ponen especial atención a la comprensión por parte de los estudiantes de la relación entre la representación gráfica de una función y la de su derivada. Por lo general tienden a considerar dichas representaciones como separadas, sin relación. Habre y Abboud (citado por Sánchez-Matamoros et al., 2008) manifiestan la importancia que tiene para comprender el concepto, el poder relacionar la función con su derivada, basados en los resultados obtenidos en sus trabajos, en los cuales demostraron que los alumnos no poseían la misma comprensión cuando se trabajaba en forma analítica y gráfica.

Artigue (1995) sostiene que, aunque se puede enseñar a los alumnos a realizar de manera más o menos rutinaria algunos cálculos de derivadas, así como también a resolver determinados problemas clásicos, hay dificultades para que los jóvenes logren comprender los conceptos y métodos de pensamiento que conforman el eje del Análisis Matemático. Así, por ejemplo, logran resolver ejercicios que se les plantean con la aplicación de reglas de derivación y sin embargo presentan dificultades cuando necesitan manejar el significado de derivada, ya sea a través de su expresión como límite del cociente incremental o en su interpretación geométrica.

Otro aspecto importante en la comprensión de la derivada es la relación entre el aspecto local y global. El estudio realizado por Badillo Jiménez (2003) dio a conocer la existencia de diferentes alcances de la idea de derivada en un punto y de la función derivada. Para la autora, comprender el significado de la derivada en un punto no implica comprender necesariamente la idea de la función derivada. Sin embargo, sostiene que aquellos sujetos que comprendían la idea de función derivada, parecía que entendían la de derivada de la función en un punto (Sánchez-Matamoros et al., 2008). Esto se pone en evidencia particularmente en el concepto de velocidad, cuando los alumnos tienen dificultades al pasar de la velocidad media y la velocidad instantánea en un punto, a la construcción de la noción de velocidad instantánea y la noción de tasa de variación instantánea (Azcárate, 1990).

Teniendo en cuenta los antecedentes sobre las dificultades en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial, particularmente en la consideración local y global de la derivada, se comenzó a investigar este aspecto en el año 2016. En esta oportunidad se trabajó con los estudiantes de Ingeniería Industrial y se analizó si brindando información sobre la derivada en un punto, los estudiantes podían inferir sobre la función derivada y viceversa.

En el primer trabajo práctico y para evaluar si brindándoles información sobre la derivada en un punto los estudiantes podían inferir sobre la función derivada, se les presentó la gráfica de una función y se les pidió que indicaran cuál de las gráficas que también se mostraban, representaban a la de su función derivada. Se solicitó que se justificara el análisis realizado. Los resultados fueron alarmantes. El 86 % de los estudiantes desaprobaban esta instancia.

Luego de la devolución personalizada a los estudiantes sobre el trabajo anterior y para evaluar si teniendo información sobre la función derivada podían inferir sobre la derivada en un punto, se pidió en el segundo trabajo práctico que, considerando que el gráfico presentado correspondía al de la función derivada, indicaran cómo resultaba el signo de la pendiente de la recta tangente a la función en un punto, justificando la respuesta. En este caso, los resultados mejoraron, pero sigue siendo alto el porcentaje de desaprobados. Alrededor del 40% de los estudiantes no tuvo un desempeño satisfactorio.

A modo de síntesis se corroboró que si bien se obtuvieron mejores resultados acerca de la derivada local cuando conocían la función derivada, es muy alto el porcentaje de estudiantes que no dominan este concepto.

Lo anterior motivó que partir del ciclo lectivo 2017 se incorporaran a la guía de práctica de la asignatura, los enunciados de las evaluaciones utilizadas en 2016 y preguntas orientadoras para ayudar al alumno a identificar funciones derivadas o derivadas puntuales. También se añadieron, como material didáctico, aplicaciones interactivas realizadas con GeoGebra. Por ejemplo, para la visualización de la función derivada se preparó una ventana interactiva que muestra una función a la que se le va trazando la recta tangente en distintos puntos de un intervalo. También señala el valor numérico de la pendiente de dicha recta en cada punto mediante un texto dinámico y permite apreciar cómo ese valor es el que va tomando la función derivada en cada uno de los puntos. La animación se logra mediante un deslizador que, en este caso, representa los distintos valores que toma la variable en el intervalo. En la Figura 1 se presenta esta ventana, para dos posiciones diferentes del deslizador (Caligaris et al., 2015). Se puede apreciar el material completo en <https://www.frsn.utn.edu.ar/gie/amilab/> (Caligaris et al., 2016).

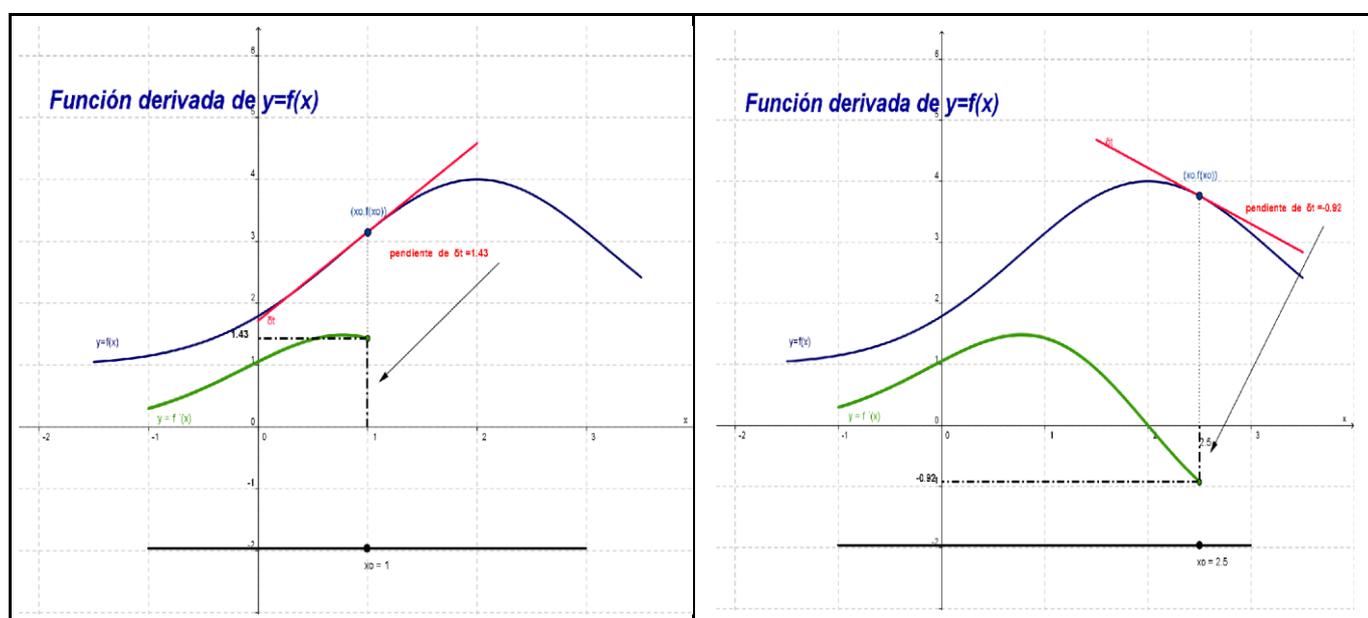


Figura 1. Aplicación diseñada para mostrar a la función derivada

En 2021 se llevó a cabo un estudio similar referido al tema, pero con la incorporación en las clases sincrónicas online de las aplicaciones propias y compartiendo e interactuando con Geogebra. En este trabajo se muestra la experiencia realizada y los resultados correspondientes.

## Desarrollo

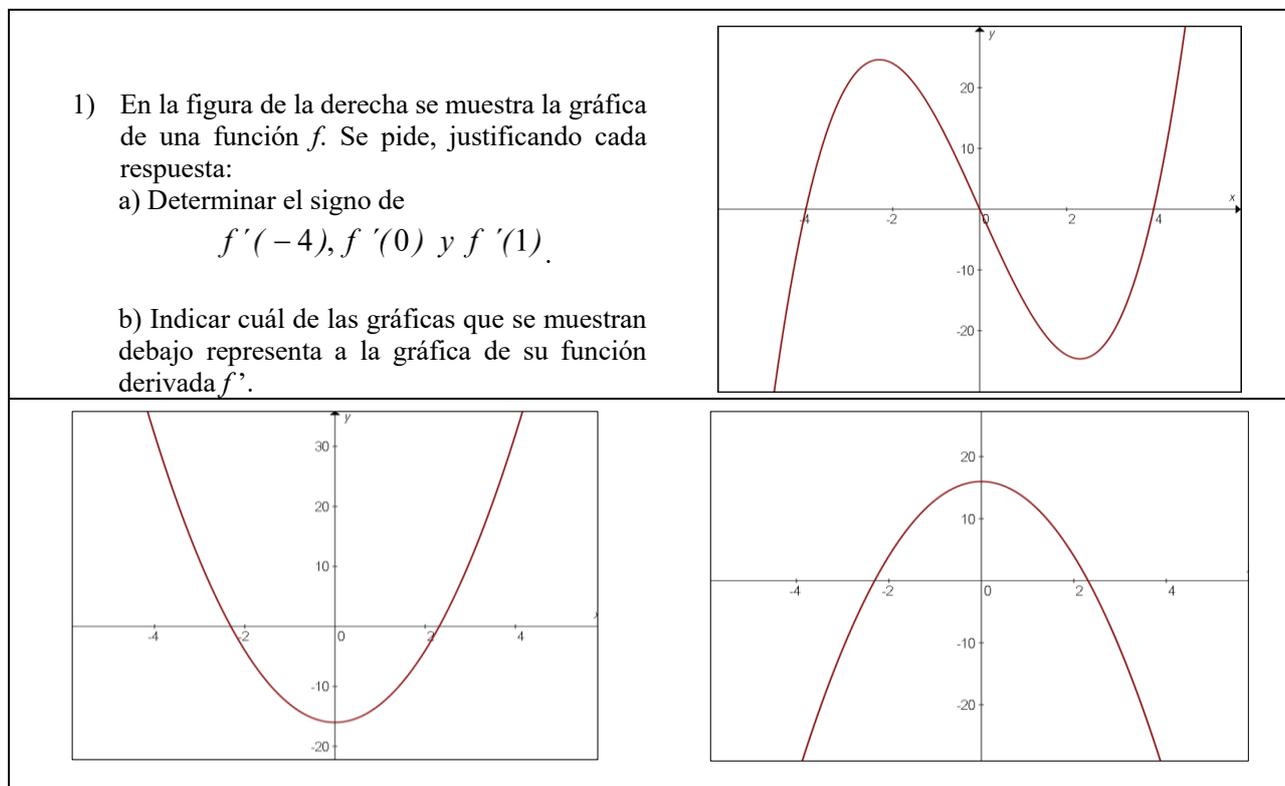
Considerando la problemática planteada y el objetivo propuesto, se trabajó sobre la realidad tratando de ser lo más fiel posible en la interpretación de lo observado. Se utilizó el enfoque cualitativo, cuyo “propósito consiste en ‘reconstruir’ la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido” (Hernández Sampieri et al., 2003: p.5).

La experiencia se realizó en el ciclo lectivo 2021 con 67 alumnos de Análisis Matemático I de Ingeniería Industrial, Eléctrica, Metalúrgica, Electrónica y Mecánica de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional.

Los resultados se extrajeron de la tercera evaluación parcial de la asignatura, luego de abordar la definición de derivada en un punto, función derivada, interpretación geométrica, reglas de derivación, teoremas sobre funciones derivables y variación de funciones, siguiendo la planificación de la cátedra. Se utilizaron cuestionarios abiertos para

la recolección de datos asociados a las producciones de los estudiantes.

Se presenta en la Figura 2 la primera de las dos actividades que se plantearon en el parcial, referidas al tema en estudio. Como se puede apreciar, se pidió a los alumnos que, teniendo en cuenta el gráfico presentado que muestra a una función de ley  $f(x)$ , determinaran el valor de la derivada en distintos puntos. Se pidió además, que indicaran, cuál de las gráficas presentadas, representa la de su función derivada.



**Figura 2.** Actividad 1 del parcial

Se muestra en la Figura 3 la segunda actividad que se planteó en el parcial, para evaluar si teniendo información sobre la función derivada pueden inferir sobre la derivada en un punto. En ésta se pidió a los alumnos que, teniendo en cuenta el gráfico correspondiente al de una función derivada de ley  $f'(x)$ , indicaran ciertas características de la función en determinados puntos. También se les solicitó que identificaran entre dos dadas, la gráfica de la función.

En la Tabla 1 se muestra el criterio de evaluación que se utilizó para analizar el desempeño de los alumnos en las dos actividades.

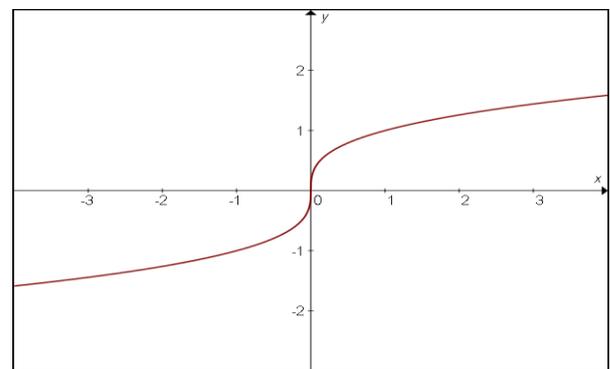
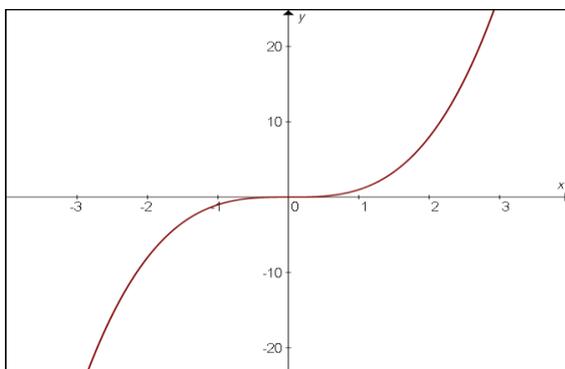
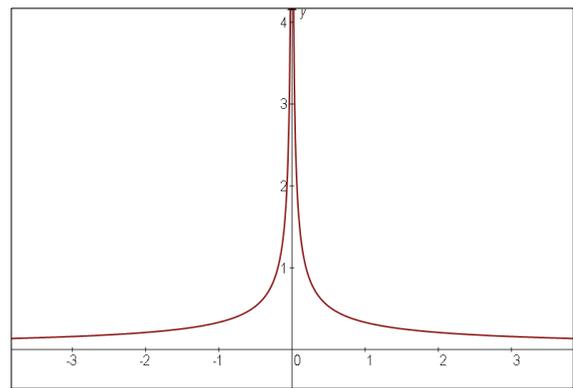
SATISFACTORIO	PARCIALMENTE SATISFACTORIO	INSATISFACTORIO
El que realiza la totalidad de los ejercicios bien.	El que realiza al menos la mitad de los ejercicios bien.	El que realiza menos de la mitad bien o no justifica.

**Tabla 1.** Criterio de evaluación utilizado para la corrección de las actividades.

2) La figura de la derecha es la representación gráfica de la función derivada  $f'$ , de una función  $f$ . Se pide responder verdadero o falso, justificando las respuestas.

- a)  $f$  es derivable para todo valor real.
- b)  $f$  posee en  $x = 0$  un extremo relativo.
- c)  $f$  presenta en algún punto de su gráfica, tangente horizontal.

d) El gráfico de la función  $f$  puede ser alguno de los mostrados en la **imagen 4**.



**Figura 3.** Actividad 2 del parcial

	ACTIVIDAD 1	ACTIVIDAD 2
<b>SATISFACTORIO</b>	26,86 %	13,43 %
<b>PARCIALMENTE SATISFACTORIO</b>	20,90 %	23,88 %
<b>INSATISFACTORIO</b>	52,24 %	62,69 %

**Tabla 2.** Resultados obtenidos en las dos actividades.

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos, en porcentajes. Como se puede observar, más del 50% de los alumnos examinados tuvieron resultados insatisfactorios en las dos actividades planteadas. Es decir, más de la mitad de los estudiantes no identifica a la derivada como función. Sin embargo, de estos alumnos, casi el 30% aprobó el parcial con 6 o más puntos, demostrando tener un dominio aceptable del resto de los contenidos de la unidad didáctica correspondiente a “Derivadas y aplicaciones”.

Sobre la Actividad 2, la cantidad de desaprobados se debió a que no pudieron responder correctamente las consignas a partir de la función derivada que se les presentó.

Además, de la Actividad 1, se analizaron los errores cometidos por los alumnos que obtuvieron un resultado parcialmente satisfactorio para saber en qué radicaban sus errores. Se determinó que el 92,8 % resolvieron bien el punto a) referido a la derivada puntual, y mal el punto b) referido al reconocimiento de la función derivada. Estos datos muestran que casi la totalidad de los estudiantes que sacaron parcialmente satisfactorio en esta actividad, pudo resolver correctamente las preguntas sobre derivadas puntuales, pero casi ninguno pudo reconocer a la función derivada. Por lo general tienden a considerar dichas representaciones como separadas, sin relación.

## Conclusiones

En la experiencia llevada a cabo durante 2016 se concluyó que la gran mayoría de los alumnos no podían arribar a la respuesta correcta sobre la función derivada a partir de datos locales de la misma. Si bien los resultados acerca de la derivada local cuando se conocía la función derivada fueron mejores, fue alto el porcentaje de desaprobados. Esto hizo que se actualizaran las actividades y metodología a partir del ciclo lectivo 2017, tendientes a tratar de revertir esta situación.

Del análisis de resultados en 2021 se puede concluir que la mayor dificultad en los alumnos pasa por el reconocimiento de la derivada como función. Si bien los alumnos manifestaron la importancia del trabajo que se llevó a cabo durante las clases incorporando la tecnología, mostrando y analizando gráficos de funciones y funciones derivadas, esto no se vio reflejado en los resultados obtenidos en el parcial.

El concepto de derivada posee múltiples aplicaciones consideradas en esta asignatura, pero la problemática sobre el reconocimiento de la derivada como función que se detectó en esta investigación deberá ser abordada con mayor detenimiento en años posteriores y especial atención a que el estudiante pueda relacionar la representación gráfica de una función y la de su función derivada como sostienen Ferrini-Mundy y Graham.

## Referencias

- Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. México. Grupo Editorial Iberoamérica. P. Gómez (Ed.): 97-140.
- Azcárate Giménez, C. (1990). "La velocidad: introducción al concepto de derivada". Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Azcárate Giménez, C. y Camacho Machín, M. (2003). "Sobre la Investigación en Didáctica del Análisis". Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, X (2):135-149.
- Badillo Jiménez, E. (2003). "La derivada como objeto matemático y como objeto de enseñanza y aprendizaje en profesores de matemáticas de Colombia. La derivada un concepto a caballo entre la Matemática y la Física". Tesis de doctorado. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Caligaris, M.G., Schivo, M.E. y Romiti, M.R. (2015). "Calculus & GeoGebra, an interesting partnership", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1183-1188.
- Caligaris, M.G., Schivo, M.E., Rodríguez, G.B. y Romiti, M.R. (2016). "Laboratorio Virtual de Análisis Matemático I". Actas del Segundo Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática (2 CIECyM) y el Tercer Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática (3 ENEM), Tandil, Argentina, 6 al 9 de septiembre, 572-578.
- Ferrini-Mundy, J. y Graham, K. (1994). "Research in calculus learning. Understanding limits, derivatives and integrals". Dubinsky & J. Kaput (Eds.), *Research Issues in Undergraduate Mathematics Learning*. MMA. Notes 33 (31-45).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). "Metodología de la investigación". (3ra. Ed.). McGraw Hill. México DF.
- Sánchez-Matamoros, G., García, M. y Llinares, S. (2008). "La comprensión de la derivada como objeto de investigación en didáctica de la matemática". *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 11 (2): 267-296.

# Didáctica para desarrollar el pensamiento sistémico. Usando la bolsa de aire como recurso didáctico en la formación en ingeniería mecánica

## Teaching approach to develop systemic thinking. Using the air bag as a educational resource in training in mechanical engineering

Presentación: 21/09/2021

**Oscar Hugo Páez**

Docente Investigador Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca. Argentina  
opaeziza@gmail.com opaeziza@yahoo.com.ar

### Resumen

Las incumbencias en Ingeniería Mecánica establecen “Estudio de Sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos destinados a la generación, transformación, regulación, conducción y aplicación de la energía mecánica.”. Ellas requieren que la formación tenga desarrollado el pensamiento sistémico. Esta es una propuesta teórica de una didáctica, destinada a explorar cuan posible es el desarrollo de pensar sistémicamente en la formación en ingeniería mecánica. El qué hacer y el cómo llevar a cabo el desarrollo de esa manera de pensar en el proceso de aprender, es el desafío de esta propuesta. El método es el aprendizaje centrado en el estudiante. La persona docente debería exponer el recurso didáctico, reflexionando sobre él e ir mostrando y demostrando cómo interviene en un sistema. Como no hay experiencia áulica no es posible citar resultados. La conclusión es que se promuevan actividades áulicas que sumen experimentaciones de una técnica beneficiosa para la formación en ingeniería.

**Palabras clave:** Didáctica en Ingeniería, Formación en Ingeniería, Desarrollo del pensamiento sistémico.

### Abstract

The professional concerns of the degree in Mechanical Engineering establish "Study of mechanical, thermal and mechanical fluid systems for the generation, transformation, regulation, conduction and application of mechanical energy." They require that the training have developed systemic thinking. The aim of this theoretical teaching proposal is focused on exploring the possibility of development the thinking systematically in mechanical engineering training. The challenge of the proposal lies in "what to do" and "how to carry out" the development of this way of thinking in the learning process. The method is student-centered learning. The teacher should present the didactic resource, reflecting on it and show and demonstrate how it intervenes in a system. As there is no classroom experience, it is not possible to cite results. The promotion of classroom activities that add experimentations are necessary for mechanical engineering training.

**Key words:** Didactics in Engineering, Training in Engineering, Development of systemic thinking.

### Introducción

Este es un trabajo teórico sin experiencia áulica. Es una propuesta para estimular al personal docente a encarar el desarrollo de las habilidades cognitivas de los y las estudiantes en el aula. La propuesta hace hincapié en el pensamiento sistémico. El motivo de este artículo es que el título de Ingeniería Mecánica de la U.T.N. establece incumbencias profesionales en sistemas y en partes de sistemas, sin embargo, el proceso formativo en la universidad tiene escaso o nulo hacer para el desarrollo de esa y otras habilidades. Es por eso que se realizó este trabajo.

Se utiliza como recurso didáctico a las bolsas de aire dispuestas en los vehículos automotores, es un dispositivo de seguridad para los ocupantes. La bolsa de aire también es llamada cojín de aire y su denominación en inglés es airbag. Teniendo en cuenta que esta es una propuesta para una acción didáctica, es importante considerar la evaluación, como un cierre necesario y conveniente para el desarrollo de la habilidad de pensar a las cosas o actividades como sistema. Se indican el qué evaluar y el cómo hacerlo, para que sea una guía orientativa para el personal Docente.

### Desarrollo

#### Marco teórico de la Didáctica

El Gran Diccionario de Reader's Digest Argentina ha definido a la Didáctica como la “parte de la pedagogía que se ocupa de los oratorio, métodos de enseñanza”; asimismo, Camilloni et al dice: “la didáctica es una disciplina teórica

*que se ocupa de estudiar la acción pedagógica, es decir, las prácticas de la enseñanza, y que tiene como misión describirlas, explicarlas y fundamentar y enunciar normas para la mejor resolución de los problemas que estas prácticas plantean a los profesores”.*

Enmarcada en los conceptos precedentes de didáctica, la acción didáctica, que se explicitará más adelante, permitirá comprender el alcance de este trabajo. Comencemos por señalar que, en la universidad, al o a la estudiante de ingeniería se lo y se la trata de formar en vista de la actividad profesional y con la mirada puesta en la aplicación de los conocimientos que se le transmite. Se considera que lo que aprende en el aula o en la práctica de laboratorio, luego lo aplicará en una obra, en una instalación industrial, en un proceso de fabricación o en otros ejemplos de un largo etcétera; con esa mirada al o a la estudiante se le transmite conocimientos que luego podrán ser utilizados o no en la amplísima actividad que tiene la profesión. En la realidad de la actividad profesional los conocimientos suelen ser efímeros, algunos permanecen más en el tiempo que otros, pero a muchos de ellos se los reemplaza, proceso natural debido al avance científico y/o tecnológico y a la experiencia que adquiere el o la profesional, la que le proporciona nuevos saberes. Pero, lo que sí son perdurables son las habilidades. Éstas son las capacidades y destrezas para *hacer* en la profesión; el ingeniero o la ingeniera se distingue por sus obras, ya sea en el diseño de un artefacto o en la construcción de un edificio, en la dirección de un proceso industrial o, como se refiere este trabajo, a la habilidad de pensar sistémicamente en el ejercicio de la Ingeniería Mecánica, esto es el *hacer* y para llevar a cabo ese hacer se requiere tener desarrollada dicha habilidad. Porque el pensar sistémicamente es una habilidad, como tal, hay que desarrollarla y para ello es necesario que el personal docente modifique su manera de pensar, La habilidad del pensamiento sistémico comprende a la creatividad, la innovación, la capacidad para aprender nuevas técnicas y/o tecnologías. También son necesarias habilidades para trabajar en equipo, dirigir a otras personas, comunicarse con terceros y con personal que de él o de ella depende. La habilidad de comunicación es fundamental en la práctica ingenieril, porque el Ingeniero o la ingeniera se dirige habitualmente a personas de formación completamente distinta, ellas no van a cambiar, es el ingeniero o la ingeniera que debe adaptarse al ámbito real y la comunicación ahí es importante. La didáctica que aquí se presenta es para que el personal Docente reflexione al tratar los temas de su asignatura, analizándolos como un sistema si resulta factible y, además, que él o la estudiante sea también una persona que observe, analice, razone y reflexione sobre sistemas. De esta manera la formación universitaria hará de ella una persona que se distinguirá entre sus pares y demás miembros de la comunidad por su manera de pensar sistémicamente.

### Concepto de Sistema

Por tratarse de un trabajo teórico sin experiencia áulica, el mismo seguirá (como brújula que marca el Norte) los conceptos emitidos por O'Connor Joseph et al en [3], de dicha obra se extraen los siguientes conceptos: “*Un sistema es una entidad cuya existencia y funciones se mantienen como un todo por la interacción de sus partes.*”. ... “*El pensamiento sistémico contempla el todo y las partes, así como las conexiones entre las partes, y estudia el todo para poder comprender las partes. Es lo opuesto al reduccionismo, es decir, la idea de que algo es simplemente la suma de sus partes. Una serie de partes que no están conectadas no es un sistema, es sencillamente un montón*”. En la misma publicación, a modo de tabla, en la página 28, los autores hacen la diferencia entre sistema y montón, de la siguiente manera:

<b><i>Un sistema</i></b>	<b><i>Un montón</i></b>
<i>Partes interconectadas que funcionan como un todo.</i>	<i>Serie de partes.</i>
<i>Cambia si se quitan o añaden piezas. Si se divide un sistema en dos, no se consiguen dos sistemas más pequeños, sino un sistema defectuoso que probablemente no funcionará.</i>	<i>Las propiedades esenciales no se alteran al quitar o añadir piezas. Cuando se divide, se consiguen dos montones más pequeños.</i>
<i>La disposición de las piezas es fundamental.</i>	<i>La disposición de las piezas no es importante.</i>
<i>Las partes están conectadas y funcionan todas juntas.</i>	<i>Las partes no están conectadas y funcionan por separado.</i>
<i>Su comportamiento depende de la estructura global. Si se cambia la estructura, se modifica el comportamiento del sistema.</i>	<i>Su comportamiento (si es que tiene alguno) depende de su tamaño o del número de piezas que haya en el montón.</i>

Tabla N°1 Diferencia entre Sistema y montón

Asimismo, más adelante expresan: “*Cuando se observan los patrones que conectan las partes y no solo las partes se descubre un hecho singular. Sistemas formados por partes muy distintas y con funciones completamente diferentes pueden estar organizados en torno a las mismas reglas generales. Su comportamiento dependerá de cómo se conecten*

*las partes, más que de cuales sean esas partes. Así, será posible hacer predicciones acerca de su comportamiento sin tener un conocimiento detallado de las partes. Es posible comprender sistemas muy diferentes (el propio cuerpo, una empresa, la contabilidad personal o las relaciones) e influir sobre ellos utilizando los mismos principios. En vez de observar por separado áreas de conocimientos cuya comprensión requiere años de estudios, el pensamiento sistémico permite estudiar la conexión que existe entre las diversas disciplinas para predecir el comportamiento de los sistemas, ya se trate del sistema de red viaria, de un sistema de creencias, del aparato digestivo, de un equipo de gestión o de una campaña de marketing.”*

*“¿Por qué es tan importante el pensamiento sistémico? Porque, como hemos dicho anteriormente, cada persona es un sistema que vive en un mundo de sistemas. Todos vivimos inmersos en el complejo sistema de la naturaleza y formamos poblaciones y ciudades que funcionan también como sistemas. Tenemos sistemas mecánicos, como los ordenadores, los coches o las cadenas automatizadas de montaje y producción.” ..... “Cada uno de estos sistemas funciona como un todo en el que se combinan muchas partes distintas (otra cuestión es si el sistema funciona bien o mal). Los sistemas pueden ser simples, como el termostato de una calefacción central, o muy complejos, como el clima. En el momento actual, el complejo sistema de la naturaleza afronta problemas sin precedentes debido a los efectos de la contaminación y la tecnología.” ..... “El planeta Tierra es también un sistema que forma parte del sistema solar, de la galaxia y, por último, del universo. Tal vez no utilicemos a menudo la palabra «sistema», pero los sistemas están presentes en todo lo que hacemos y, para ejercer una mayor influencia sobre ellos, para tener una mejor calidad de vida, debemos entender cómo funcionan.”*

### **La bolsa de aire como sistema**

La bolsa de aire, cojín de aire o airbag, es un dispositivo de seguridad pasiva, se lo ubica en el interior del habitáculo y tiene la función de proteger al conductor o a la conductora y al o a la acompañante ante un posible choque frontal del vehículo automóvil que aquél o aquella conduce y al o la que ocasionalmente ocupa para ser transportada.

Estando en movimiento el vehículo tipo automóvil, circulando a una velocidad que se estima superior a los 20Km./h., imprevistamente colisiona contra un objeto resistente que le ocasiona al vehículo una desaceleración brusca e instantánea, si la colisión concuerda con el eje longitudinal del automóvil o dentro de un ángulo de 30° a la derecha o 30° a la izquierda respecto al citado eje central, los sensores ubicados en el frente del automotor emitirán sendas señales inalámbricas que serán recibidas por una central electrónica ubicada en el interior del rodado, en ese estado de las cosas el funcionamiento de este dispositivo es el que describe Gualtieri P. J. (1999) este autor dice: “Los airbags, también denominados SRS (Sistema de Protección Suplementaria), son almohadones que se ubican en el centro del volante (para el conductor) y en el tablero (para el acompañante) y que, en milésimas de segundo, se inflan a una velocidad de 320 kilómetros por hora y ocupan el espacio que hay entre el conductor y el volante o entre el acompañante y el tablero. El complejo sistema se activa a partir de un ultrapreciso mecanismo de sensores que pueden detectar una desaceleración violenta, que es el efecto producido durante un choque frontal. A partir de allí se genera una reacción en cadena que dura 50 milésimas de segundo como máximo. Entre los diez y los quince milisegundos posteriores al choque, una microcomputadora decide si la fuerza del choque justifica que el airbag debe ser accionado. Si decide que sí, al cabo de dos o tres milésimas de segundo el dispositivo comienza a quemar, a una temperatura de 200 grados centígrados, un combustible sólido compuesto por ácido de sodio y óxido de cobre, bajo la forma de pastillas. La combustión es iniciada por una chispa eléctrica del detonador. De esta combustión, surge el gas inerte (nitrógeno) que es enfriado y filtrado y cuya presión infla la bolsa que en estado de reposo permanece plegada. La elevada presión rompe el revestimiento blando del centro del volante y levanta la tapa del airbag destinado al acompañante. A los 10 milisegundos la bolsa se abrió hasta la mitad. Y entre los 40 y los 50 milisegundos después del choque, el airbag quedó totalmente abierto. Entre los 120 y 150 milisegundos posteriores al choque, el almohadón se desinfla. En lo que respecta a los pretensores pirotécnicos de los cinturones de seguridad, y al producirse un choque, un agente expansor activa un émbolo que dirige el flujo de gas a las paletas de un rodete (parecido a una pequeña turbina hidráulica) en el eje de arrollamiento. El giro del rodete que así se produce tensa el cinturón, ajustándolo más todavía al cuerpo de los ocupantes. El proceso entero dura unos 12 milisegundos. El sistema está diseñado de modo que, por una parte, la energía basta para ajustar más el cinturón al cuerpo y, por otra, no se le produce daño alguno al ocupante. El pretensor del cinturón puede tensar un máximo de unos 9 centímetros.

En los módulos airbags están las bolsas plegadas encima del generador de gas. Cuando la bolsa se infla el volumen es de aproximadamente 150 litros para el lado del pasajero y unos 60 litros para el lado del conductor. La bolsa de aire está construida en una fuerte tela de poliamida con orificios de salida. La bolsa se va desinflando <lentamente>, lo cual permite que el conductor y el acompañante queden <arropados> por la misma. La unidad sensora del airbag contiene lo siguiente:

- Dobles elementos sensores piezoeléctricos que detectan la desaceleración-pulsación del choque.
- Microprocesador para la valoración de la señal de la pulsación del choque y disparo del detonador en los módulos airbag y pretensor de cinturón pirotécnico.

- Función de memoria, que registra y almacena informaciones sobre posibles fallas en el sistema.
- Unidad de reserva energética a base de condensadores, que provee corriente, aunque se corte, a causa del choque, la provista por la batería del automóvil.

*En cada módulo airbag hay un generador de gas, que consiste en una unidad cerrada y fabricada en aluminio o acero. El generador contiene el combustible sólido que crea un gas inocuo y que como hemos mencionado anteriormente infla la bolsa muy rápidamente. También contiene el detonador eléctrico que provee la energía para el inicio de la combustión. El rodillo de contacto es el que hace de conexión entre los cables del airbag y el módulo en el volante, mediante un cable de cinta de forma de resorte de reloj, que permite que el cable detonador siga los movimientos del volante. Para activar los detonadores y hacer que el módulo airbag y el pretensor se disparen, la unidad sensora envía pulsaciones en forma de una señal de tensión alterna a través de los cables de detonación. Es necesario como mínimo 5 pulsaciones para poder disparar un detonador.”*

La extensa transcripción que se ha hecho, es porque la descripción pormenorizada del autor facilita la comprensión del sistema al que estamos abocados a estudiar. Como puede apreciarse fácilmente, la explicación nos muestra cómo interactúan los componentes entre sí, demostrando con ello que la bolsa de aire constituye un sistema.

En la figura siguiente se puede apreciar a una bolsa de aire desplegada, corresponde al acompañante por la tapa y porque la tela sale por debajo de la misma, si se amplía la imagen, se podrá apreciar en el borde inferior derecho las palabras AIR BAG y la sigla SRP, esta sigla identifica a un desarrollo tecnológico del fabricante de automóviles Renault, o sea que la bolsa de aire corresponde a un vehículo de esa marca. Se puede apreciar el tamaño de la bolsa que es de, aproximadamente, 31 cm de ancho por 58 cm de largo. Al tacto, la tela es suave. Las costuras de los laterales con el fondo, que es de un color distinto, no afectan a la piel humana.



Fotografía N°1 Bolsa de aire de acompañante desplegada

### **Evaluación de lo aprendido y del desarrollo de la habilidad de pensar sistémicamente**

El proceso de enseñar y aprender requiere evaluar para determinar si se ha aprendido el conocimiento transmitido y, para este proceso en particular, si se ha comenzado a desarrollar la habilidad del pensamiento sistémico.

La evaluación en el proceso no debe ser considerada como la culminación de aquél, por cuanto se puede hacer durante el proceso en sí, con lo cual estamos frente a una evaluación parcial. Dado que el conocimiento que se transmite se lo utiliza como recurso didáctico, es opinión que la persona docente desarrolle el tema con un objeto fácilmente identificable por el o la estudiante. Hay que desarrollar el tema con las consignas de la evaluación expuestas durante la exposición, porque de esa manera él o la estudiante hará el esfuerzo de prestar atención a la explicación que se hace sobre el tema; porque de esa manera sabrá de antemano en qué consistirá el examen y que éste no será una incógnita, con la consiguiente ansiedad que esto último origina.

La exposición debería ser lo más interactiva posible, porque estamos en un aprendizaje centrado en él o la estudiante y, por tanto, ellos y ellas deben ser protagonistas de su aprender. El personal Docente es guía o catalizador de ese

aprender y para que el mismo se produzca el o la estudiante debe hacer, no solo debe escuchar al o a la Docente sino efectuar las tareas que le hagan desarrollar la habilidad de aprender e incorporar el conocimiento mediante ese hacer. Hay una expresión considerada como una máxima en la educación que dice "se aprende haciendo"; el aprender haciendo es un proceso natural por excelencia. Cuando alguien quiere aprender algo que no sabe pero que sí quiere saberlo, recurrirá a esa manera natural, observará, preguntará y hará. Cometerá errores, porque los mismos forman parte del proceso natural, pero al final aprenderá.

El personal Docente haría muy bien en estimular al o a la estudiante en hacer para aprender y en no tener temor por cometer errores, así, ese alumnado desarrollará esas y otras habilidades que lo distinguirán en la comunidad.

¿Qué evaluar? y ¿cómo hacer la evaluación? Para que la habilidad de pensar sistémicamente pueda ser evaluada, es necesario que la persona que debe desarrollar esa habilidad pueda expresarse, ya sea por escrito u oralmente, explicando y fundamentando la explicación, porque de esa manera dicha persona muestra y demuestra tener esa habilidad en desarrollo. La eficacia y la eficiencia para explicar y fundamentar serán los factores que servirán para la calificación del examen. Se entenderá por eficacia si el alumno o la alumna logra en su expresión oral o escrita, hacer que quien lee o escucha, entienda correctamente lo que aquél o aquella pretende transmitir; en cambio, por eficiencia, se entiende por la magnitud del recurso que ha utilizado o necesitado para expresar aquello; un ejemplo, podría ser la cantidad de palabras que necesitó para expresar la idea.

Es conveniente y también necesario que el o la estudiante tenga la posibilidad de hacer una tarea con el recurso didáctico elegido por él o ella. Porque de esa manera el desarrollo de la habilidad servirá de estímulo para su aprender. Estas consideraciones pueden ser usadas en la evaluación de los conocimientos que se transmiten y referidos a máquinas y procesos usados como recurso didáctico.

Si se utilizase al ejemplo de la bolsa de aire como recurso didáctico y se lo tuviese que evaluar, una posible manera de hacerlo sería con la siguiente consigna: "*Explique y fundamente la explicación de una bolsa de aire perteneciente a un vehículo utilitario a su elección que actúa como sistema*".

Quizás pueda parecer que el agregado de "*un vehículo utilitario a su elección*", complique al o a la estudiante para responder, sin embargo, se ha pensado que, situando al estudiantado en un contexto determinado hará que el aprendizaje sea significativo, porque obliga al mismo a ubicarse en una realidad y no en un contexto imaginario.

Debido a que se está evaluando el desarrollo de una habilidad, es propio de él que quien está siendo evaluado/a, cometa errores en su forma de expresarse, lo cuál puede ser detectado en el mismo momento del examen. Lo adecuado es permitir el tachado de lo escrito o la utilización del lápiz corrector (liquid paper) y que se escriba nuevamente. La tachadura no debe ser utilizada en contra para evaluar al alumno/a.

### **Didáctica sugerida**

Se sugiere que una posible acción didáctica de la persona Docente, podría ser que se elija como recurso didáctico un proceso industrial o parte del mismo o una máquina o parte de la misma. Que sea fácil de identificar, a efectos de que al estudiantado le resulte significativo el aprender sobre el mismo. La explicación debería comenzar por el todo de ese recurso, para luego analizarlo describiendo sus partes, apreciando de que manera interactúan las mismas entre sí y con el todo. Es conveniente que la explicación sea razonada y reflexiva, haciendo que haya interacción con los y las estudiantes para que éstos también razonen y reflexionen, así se va produciendo el desarrollo de la habilidad de pensar sistémicamente en ellos y en ellas.

### **Conclusión**

La conclusión es que se espera que esta propuesta teórica sin experiencia áulica, sirva como estímulo para que haya experiencia en el aula, tendiente a desarrollar en los y las estudiantes de Ingeniería Mecánica las habilidades explicadas a lo largo de este trabajo, que son las que les ayudarán a que se los y las distinguan en la actividad profesional.

### **Pertenencia**

Este trabajo forma parte de las actividades correspondientes al PID TEIFNBB7736 "Formación inicial en ingenierías y carreras tecnológicas: aprendizaje centrado en el estudiante, basado en competencias y TIC":

### **Referencias**

Camilloni, Cols, Basabe y Feeney (2007) "El Saber Didáctico" Capítulo I Editorial Paidós Buenos Aires. ISBN 978-950-12-6154-7.

Gran Diccionario Reader\*s Digest (2008). Grupo Editorial Reader\*s Digest S. de R.I. de C.V. Cali. Colombia. ISBN: 968-5460-19-1.

Gualtieri Pablo Jorge (1999). "Cuaderno de Instrucción Técnica Número 7/1999." Asociación de

Concesionarios de la República Argentina. Buenos Aires 1999. (sin ISBN)  
O'Connor J.; McDermott I. (1998). "Introducción al Pensamiento Sistémico". Ediciones Urano S.A. Barcelona.  
ISBN: 84-7953-221-1

# Metodología eduScrum, estrategias de trabajo en equipo en Ingeniería Química

## EduScrum methodology, teamwork strategies in Chemical Engineering

Presentación: 19/10/2021

### Cappello Viviana

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias – Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata – Berisso - Argentina  
vcappello@gmail.com

### Resumen

Este trabajo presenta una experiencia de la materia Álgebra Lineal, en donde a través de una metodología ágil y flexible se desarrolla la resolución de una serie de situaciones reales simulando la aplicación de Scrum mediado por tecnologías. Se fundamenta conceptualmente elementos que convergen en el enfoque basado en competencias, en el aprendizaje activo centrado en el estudiante, en el trabajo cooperativo y en la metodología eduScrum.

El objetivo del presente trabajo es evidenciar los distintos tópicos que se consideran a la hora de trabajar con Scrum. Los resultados de esta experiencia permiten apreciar el potencial para trasladar esta modalidad de aprendizaje a otras situaciones con objetivos diferentes pero con igual necesidad de interacción grupal y contexto distribuido, al mismo tiempo que percibir el potencial de Scrum para ser incorporado dentro de una estrategia didáctica de aprendizaje, por su simplicidad y sus importantes efectos para el aprendizaje en equipo.

**Palabras clave:** eduScrum, aprendizaje cooperativo, trabajo en equipo

### Abstract

This work presents an experience of the subject Linear Algebra, where through an agile and flexible methodology the resolution of a series of real situations is developed, simulating the application of Scrum mediated by technologies. It is conceptually based on elements that converge in the competency-based approach, in student-centered active learning, in cooperative work and in the eduScrum methodology.

The objective of this work is to highlight the different topics that are considered when working with Scrum. The results of this experience allow us to appreciate the potential to transfer this learning modality to other situations with different objectives but with the same need for group interaction and distributed context, at the same time as perceiving the potential of Scrum to be incorporated into a didactic strategy of learning, for its simplicity and its important effects for team learning.

**Keywords:** eduScrum, cooperative learning, teamwork

### Introducción

Históricamente se ha caracterizado a la educación en función del docente, siendo éste el personaje central en el proceso de enseñanza y en el proceso de aprendizaje. Si se pidiera una descripción de las aulas universitarias, en su mayoría las personas describirían un lugar con un docente bajo el rol de disertante, parado frente a los estudiantes. En esta escena tradicional, hay dos roles bien definidos: quien tiene el conocimiento y quien lo recibe, existiendo un canal unidireccional de comunicación.

A pesar de los cambios que la educación ha vivido en los últimos años, y más aún por incidencia directa con la pandemia por Covid-19, sigue siendo el modelo que se encuentra mayoritariamente en el ámbito universitario.

La propuesta del modelo de Educación por Competencias, más allá de sus orígenes, representa una significativa mejora al paradigma ilustrado-enciclopedista.

En otras palabras, el enfoque por competencias, y concretamente el desarrollo de competencias generales, implica romper con prácticas y formas de pensar propias de un sistema educativo que pondera los programas de estudios

cargados de contenidos y la enseñanza de la teoría en buena medida desvinculada de la experiencia práctica del estudiante (Blanco, A., 2009: 18). Se puede reconocer como uno de sus rasgos, la construcción de una propuesta que de por sí es original y escapa a los sesgos de la didáctica clásica buscando alternativas sorprendentes y riesgosas, creadas por el docente como autor, que fuera más allá de las orientaciones de las perspectivas pedagógicas innovadoras (Maggio, M, 2012: 23-24).

El aprendizaje activo se caracteriza en modificar la actitud de los estudiantes, los cuales deben hacer mucho más que simplemente sentarse frente a un docente que habla; deben leer, reflexionar, escribir, discutir con sus pares, utilizar reglas, resolver problemas (Cukierman, U, 2018: 4). Ello implica que los estudiantes deben estar expuestos continuamente a través de la estrategia utilizada por el docente y a desafíos cognitivos de orden superior: análisis, interpretación, inferencia, síntesis y evaluación (González H, 2000: 10).

### Trabajo cooperativo

El aprendizaje cooperativo le permite al docente alcanzar varias metas importantes al mismo tiempo. En primer lugar, lo ayuda a elevar el rendimiento de todos sus estudiantes, teniendo en cuenta los diversos estilos de aprendizaje que existen. En segundo lugar, lo ayuda a establecer relaciones positivas entre los estudiantes, sentando así las bases de una comunidad de aprendizaje en la que se valore la diversidad. En tercer lugar, les proporciona a los estudiantes las experiencias que necesitan para lograr un saludable desarrollo social, psicológico y cognitivo. La posibilidad que brinda el aprendizaje cooperativo de abordar estos tres frentes al mismo tiempo lo hace superior a todos los demás métodos.

El aprendizaje cooperativo reemplaza la estructura basada en la gran producción y en la competitividad, por otra estructura organizada basada en el trabajo en equipo y en el alto desempeño. Con el aprendizaje cooperativo, el docente pasa a ser un mentor que organiza y facilita el aprendizaje en equipo, en lugar de impartir contenidos, tal como se describe al inicio del escrito. Los equipos cooperativos tienen un funcionamiento de largo plazo y son grupos de aprendizaje heterogéneos, con miembros permanentes, cuyo principal objetivo es posibilitar que sus integrantes se brinden unos a otros el apoyo, la ayuda, el aliento y el respaldo que cada uno de ellos necesita para tener un buen rendimiento académico. Los equipos permiten que los estudiantes establezcan relaciones responsables y duraderas que los motivarán a esforzarse en sus tareas, a progresar en el cumplimiento de sus obligaciones académicas y a tener un buen desarrollo cognitivo y social (Johnson, D. W; R. Johnson y E. Holubec, 2012: 16- 17); (Johnson, D. W., R. Johnson y K. Smith, 2011: 26-27).

### Trabajo en equipo - Scrum

El término "scrum" tomado como analogía del rugby, se enfoca en la importancia del conjunto, del equipo como una unidad, con un nivel de proximidad e interacción muy intenso en la búsqueda de un objetivo concreto. También denota implícitamente tensión, tensión dirigida hacia una meta y conflicto, pero un conflicto focalizado. Al mismo tiempo, se refleja en esta idea el sentido de continuidad en el flujo de acción (Schwaber, K., 2011: 11); (Sutherland, J., 2011: 13-14).

EduScrum es una metodología ágil que fortalece la autonomía del estudiante al integrarlo en su propio proceso de aprendizaje. Mediante esta metodología el docente asume el papel de mediador, al acompañar y guiar al estudiante en el logro de competencias; por otro lado el estudiante asume la responsabilidad de participar del proceso de aprendizaje decidiendo cómo quiere aprender, decisión que estará en función de sus demandas y necesidades.

El corazón del eduScrum es la autonomía en el aprendizaje, la autorregulación del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, por ello se considera importante su aplicación en un contexto donde los estudiantes necesitan tener protagonismo, ser proactivos.

## Desarrollo

Durante el contexto de pandemia, la metodología resultó muy propicia para poder aplicarla en la modalidad virtual, ya que contribuye a que el estudiante sea el verdadero protagonista de su aprendizaje.

En esta etapa de educación a distancia y bajo esta metodología se aplicó la siguiente estrategia:

### Conformación del equipo de trabajo

La forma de trabajo del eduScrum se inició con la definición de los roles asumidos en la metodología: Docente: Mediador y guía en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Líder de equipo: Cumple una función vital, ya que orienta a sus compañeros en el desarrollo y avance de las actividades. Da a conocer al docente el tablero de tareas que muestra el avance de las actividades por parte del equipo. Equipo de trabajo: Son todos los estudiantes que conforman el equipo.

#### Planificación de tareas

Esta etapa tiene que ver con el desarrollo de las tareas planificadas. Las tareas que se vienen planificando se colocaron en un tablero de actividades.

#### Ejecución de las tareas

Una vez que se formaron los equipos, el docente determinó los objetivos de aprendizaje y dio a conocer a los estudiantes los temas que trabajarán durante un intervalo de tiempo o ciclo (Sprint).

Finalmente se realiza una presentación de lo aprendido, lo que conlleva a reflexionar sobre el trabajo realizado. Retroalimentación

Permitió al estudiante determinar cuáles son aquellas estrategias o métodos con los que se sienten más cómodos en su aprendizaje, en función a sus propios estilos, intereses y necesidades de aprendizaje (Kuz, 2019: 7-8).

#### Diseño de la actividad con eduScrum

En primer año, de todas las carreras de Ingeniería en la UTN FRLP, se dicta de manera homóloga la materia “Álgebra Lineal”. El proceso está dirigido a un curso de Ingeniería Química (Q11) con 55 estudiantes.

La actividad propuesta tiene como objetivo contribuir con los resultados de aprendizaje establecidos para la unidad temática 7, sistemas de ecuaciones lineales, y hacer aportes a las competencias específicas, definidas en la planificación. La misma consiste en resolver y corroborar un proceso de estequiometría.

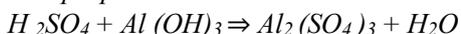
La actividad se desarrolla a lo largo de dos semanas y comienza en un encuentro virtual/ sincrónico en donde el docente presenta la metodología eduScrum y sus reglas (Transparencia, Revisión y Adaptación) y presenta la plataforma Trello (<https://trello.com>), que es la seleccionada para aplicar la metodología.

En el mismo encuentro se divide la clase en equipos de 4 a 6 integrantes y se presentan los roles:

- Dueño del producto (docente)
- Capitán (eduScrum Master, rol compartido por un estudiante y el docente)
- Equipo de trabajo (estudiantes)

Luego el docente, en su rol de “dueño del producto” da a conocer el “qué” y el “por qué” de la actividad, presentando los objetivos de la actividad (resultados de aprendizaje) y la consigna, que será el estudio del siguiente caso:

*“Se propone como actividad balancear la siguiente ecuación química:*



*Construir el SEL que modela el balanceo de la ecuación*

*Resolver el SEL*

*Analizar la(s) soluciones obtenidas en el contexto del problema original*

#### Implementación de eduScrum en la UTN FRLP

Para poder aplicar la metodología se indujo a los docentes la forma de trabajo de eduScrum. Para ello se realizaron talleres a través de las plataformas de video conferencia Zoom. De esta manera los docentes que forman parte del proyecto pudieron exponer sus dudas.

Luego se inició un proceso de inducción a los estudiantes sobre la metodología. Para ello se utilizaron presentaciones efectivas de comunicación y videos con incrustaciones con H5P que fueron enviados a través de la mensajería interna del Campus Virtual Global. También se realizaron talleres a través de la plataforma Zoom. Los estudiantes se mostraron agrados por la propuesta de trabajo.

Durante el transcurso de la actividad el docente cumplirá su rol acompañando a cada grupo en las diferentes etapas, brindando el material de estudio necesario (bibliografía, videos, sitios de interés) y advirtiéndoles sobre posibles desviaciones. Una vez finalizada la actividad, el docente evalúa el desempeño de cada grupo y de cada integrante y hace las retroalimentaciones necesarias. También se hace una autoevaluación grupal y una individual, bajo el formato de rúbrica.

#### Tareas que los equipos realizarán en el Sprint

- 1- Reconocer sistema planteado modelizado de un problema real.
- 2- Analizar los datos propuestos.
- 3- Balancear en forma manual
- 4- Llegar a una conclusión en base al resultado obtenido.
- 5- Identificar qué tipo de error se podría cometer con la conclusión tomada.
- 6- Calcular nuevamente el problema utilizando <https://matrixcalc.org> y comparar los resultados.
- 7- Elaborar el documento de fundamentación con lo analizado previamente.
- 8- Dar formato adecuado al informe según lo indicado para la entrega del trabajo.

- 9- Entregar el documento en el aula virtual de la asignatura.
- 10- Preparar la presentación de resultados para el debate.
- 11- Distribuir roles para la exposición y ensayar la misma.

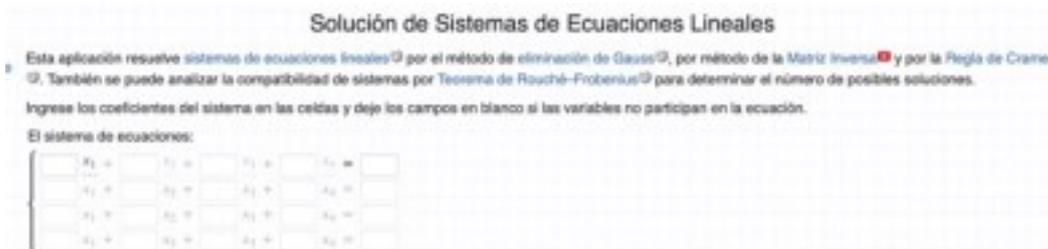


Figura 1: Pantalla del soft propuesto

## Resultados

Aplicar las estrategias propias del eduScrum ha permitido que los estudiantes logren avances significativos en cuanto a su autonomía, habilidades sociales y expansión de su creatividad.

El desarrollo de la autonomía permite que los estudiantes ejerciten y evidencien una serie de habilidades que benefician su crecimiento personal. Ellos están logrando un conocimiento de sí mismos, tomar decisiones de manera reflexiva, cuestionar cada decisión tomada, ser empáticos, entendiendo la situación que viven algunos de sus compañeros y apoyando en ese proceso de aprendizaje al delegarse responsabilidades se sienten valiosos y empoderados. Por otro lado, esto también ayuda a que se fortalezca la autoestima como también la capacidad de poder expresar libremente lo que sienten y piensan.

Algunos de los resultados que se han podido observar son los siguientes:

Son capaces de autorregular y determinar metas cortas en el cumplimiento de sus actividades.

Deciden cómo aprender, son capaces de participar de su propio proceso de aprendizaje al determinar productos que respondan a los retos o actividades que plantea el docente.

Cuestionan sus producciones en función a los criterios de éxito.

Desarrollo del pensamiento creativo y el desarrollo de habilidades sociales.

Para determinar si la metodología implementada resultó exitosa, se diseñaron instancias de evaluaciones. Una inicial a la propuesta, con material creado ad hoc y enviado previa a la misma. Y otra final, o sea, luego de haber aplicado eduScrum. En la primera utilizando Socrative, se presentó un cuestionario con 10 preguntas referidas al tema propuesto. Luego en la segunda, y también con Socrative, se presentó un cuestionario similar pero de mayor complejidad referidas a las tareas del Sprint realizado. Los resultados alcanzados por los estudiantes (Q11) fueron: 73% obtuvieron un nivel superior o igual a 8 puntos. Un 27% obtuvo un nivel inferior o igual a 7; 6 fue el valor más bajo obtenido.

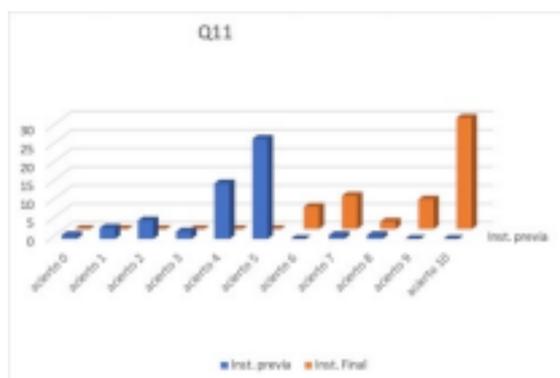


Figura 2 : Cantidad de estudiantes según aciertos en Instancia previa e Instancia final comisión Q11

## Conclusiones

A modo de conclusión cabe destacar que la enseñanza universitaria todavía en el país reclama un cambio significativo en lo que respecta a su concepción, ya es hora de abandonar definitivamente las clases rutinarias y tradicionales, apuntando a evolucionar, para lograr la innovación, que nos llevará hacia un posicionamiento superior en la educación donde la calidad, la creatividad y las actividades significativas se tomen de la mano para alcanzar logros en la formación de las nuevas generaciones de ingenieros. Los docentes debemos conocer el perfil de nuestros estudiantes, y a partir de ese conocimiento, elegir las mejores estrategias, recursos y actividades para que ellos, tengan un aprendizaje más profundo y eficaz. Lo que los llevará a un desempeño ingenieril más sólido. En la actualidad es casi imprescindible pensar el aprendizaje como una construcción colectiva, proponer actividades que enriquezcan la producción en equipo efectivos de trabajo y contribuir con propuestas que aporten a la formación en competencias.

## Referencias

- Blanco, A. (2009). Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior. Madrid. Editorial Narcea, S.A.
- Cukierman, U (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. Recuperado de: [https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje\\_centrado\\_en\\_el\\_estudiante\\_un\\_enfoque\\_imprescindible\\_para\\_la\\_educacion\\_en\\_ingenier%C3%ADa](https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_imprescindible_para_la_educacion_en_ingenier%C3%ADa)
- González H (2000) La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente. Recuperado de: [http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla\\_evaluacion.pdf](http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_evaluacion.pdf)
- Johnson, D. W; R. Johnson y E. Holubec (2012): Advanced Cooperative Learning, Edina, Minnesota, Interaction Book Company.
- Johnson, D. W., R. Johnson y K. Smith (2011): Active Learning: Cooperation in the College Classroom, Edina, Minnesota, Interaction Book Company.
- Kuz, M. Falco, R. S. Giandini (2018) Comprendiendo la Aplicabilidad de Scrum en el Aula: Herramientas y Ejemplos, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, No 21.
- Maggio, M (2012). Enriquecer la enseñanza: los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad, Madrid, Grupo Planeta.
- Schwaber, K. (2011). SCRUM Development Process, in OOPSLA Business Object Design and Implementation Workshop, J. Sutherland, D. Patel, C. Casanave, J. Miller, and G. Hollowell, Eds. London: Springer.
- Sutherland, J., Viktorov, A. Y Blount, J. (2011). Distributed SCRUM: Agile Project Management with Outsourced Development Teams, hicc, 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'11).

# Cambio en la metodología de la enseñanza de Mecanismos en Ingeniería Aeronáutica

## Change in the teaching methodology of Mechanisms in Aeronautical Engineering

**Pablo Martín González – Diego Igareta**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo, ARGENTINA  
pgonzalez@frh.utn.edu.ar

### Resumen

Nuestro trabajo se centra en el cambio producido a partir del año 2018 en la enseñanza y el desarrollo de los trabajos prácticos de la asignatura Mecanismos, correspondiente a la carrera de Ingeniería Aeronáutica. Se propone exponer como se adaptó esta metodología al plan de estudios vigente y cuáles fueron los resultados obtenidos en tres años de aplicación.

**Palabras clave:** Aeronáutica, Mecanismos.

### Abstract

Our work focuses on the change that has been occurring since 2018 in the teaching and development of practices for the Mechanisms course corresponding to the Aeronautical Engineering career. Its purpose is to explain how this methodology was adapted to the current study plan and what were the results obtained in three years of application.

**Keywords:** Aeronautics, Mechanisms.

### Introducción

La carrera de Ingeniería Aeronáutica en la Universidad Tecnológica Nacional es dictada únicamente en la Facultad Regional Haedo. En Argentina, comparte este privilegio con la Universidad de La Plata dentro del sistema de universidades nacionales. Esta asignatura del cuarto nivel y tiene fundamental importancia dentro de la estructura de la carrera. Los saberes que se aplican en la misma se basan fundamentalmente en las materias correlativas de la carrera, especialmente en Estructuras Aeronáuticas II y en los adquiridos en otras dos asignaturas correlativas: Sistemas de Representación y Ciencias de los Materiales I. La

interacción de dichas asignaturas con Mecanismos permite al estudiante alcanzar los conocimientos básicos para el cálculo y diseño de las piezas que constituyan un dispositivo de uso aeronáutico.

Tradicionalmente el dictado de esta asignatura consistía en clases magistrales, en las que se desarrollaban conceptos teóricos y la demostración matemática de las formulaciones para el cálculo de mecanismo y desarrollo de Trabajo prácticos. Como método evaluativo, se realizaban dos o tres exámenes parciales y la promoción se alcanzaba al aprobar los trabajos prácticos.

### Desarrollo

La asignatura Mecanismos, hasta el año 2017 en la Facultad Regional Haedo, estaba planteada bajo la modalidad áulica, con una parte expositiva y otra parte de actividades prácticas en forma de trabajos prácticos.

La ejecución de procesos y procedimientos que garanticen un nivel de elaboración de conocimientos requiere del alumno un cierto tiempo de acción, ese tiempo debe ser planificado partiendo del nivel de desarrollo del estudiante; el inicio de un nuevo aprendizaje se realiza a partir de los conceptos, representaciones y conocimientos que el alumno ha construido en el transcurso de sus experiencias previas. Esta información le sirve como punto de partida e instrumento de interpretación de los nuevos conocimientos.

Entonces, a partir de la realización de un concurso a principios de 2018, se renovó el plantel docente y se propuso

también el cambio de la metodología de enseñanza. La idea era cambiar el dictado tradicional de clases magistrales y realización de prácticas, haciendo énfasis en los siguientes aspectos:

- Clases interpelativas, donde se plantean problemas en los que intervienen mecanismos y se proponen ideas creativas para solucionarlos a partir de los conocimientos previos que tienen los alumnos.
- Clases expositivas, donde se describen los procesos de búsqueda de soluciones y las resoluciones tecnológicas que fueron efectivas o eficaces, justificando matemáticamente las ecuaciones involucradas, cuidando de relacionar en todo momento los conceptos expuestos con el ámbito profesional. Para un mejor aprovechamiento del tiempo disponible se deja para los estudiantes la demostración de algunos desarrollos matemáticos.
- El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación como elemento imprescindible de comprobación de las proyecciones y cálculos, utilizando herramientas informáticas de simulación para llevar a cabo. En este sentido, se propone el uso de las TICs de una manera significativa, para que se asimile como herramienta profesionalizante.
- Clases de resolución de planteos de problemas de ingeniería, utilizando la bibliografía sugerida y el poder de cálculo de las computadoras. A tal efecto, se utilizaron en forma preferencial los recursos de la Facultad (Laboratorios de computación).
- Encuentros de integración, una vez planteadas las soluciones, junto a los responsables de la cátedra para evaluar los resultados obtenidos. En este sentido, se destaca la intervención del

Jefe de Trabajos Prácticos antes y después de la hora establecida por el horario escolar. Este tipo de actividad posibilita la transferencia a nuevas situaciones cada vez más complejas desarrollando soluciones creativas.

En cuanto a la resolución de trabajos prácticos, fueron ideados para comprender los conceptos básicos, analizar el funcionamiento de los mismos, desarrollar elementos de máquina a partir de necesidades y generar criterios racionales en la toma de decisiones en las etapas de diseño de un desarrollo mecánico aplicados en aeronáutica y vehículos de transportes en general.

Si bien los conceptos a adquirir son los básicos, son fundamentales para la innovación y desarrollos posteriores los trabajos prácticos.

Los prácticos tienen una conectividad entre sí por lo cual enfatiza la generación de algoritmos para resolución de los prácticos ya pueden ser reemplazados en los prácticos posteriores. Es por ello que es recomendable el uso de software de matemática o planillas de cálculo para facilitar la resolución de los trabajos prácticos posteriores.

Mediante el uso de tablas, catálogos y el uso de software específico para tal fin, se proponen soluciones iterativas para cada planteo. Esta práctica está pensada para brindar un aspecto profesional a la resolución de los trabajos, de manera tal que se descartan las soluciones directas, lineales o comunes y se ensayan alternativas creativas que converjan en la respuesta más adecuada al problema propuesto.

Como puede observarse en el esquema precedente, la clave de la secuencia propuesta es la vinculación entre temas, de forma tal que produzca una adecuada apropiación de los conocimientos que permita el avance al siguiente trabajo. Se comienza con análisis de la cadena cinemática y se obtienen resultados de posiciones, velocidades y aceleraciones que caracterizan al mecanismo. Luego se avanza con el análisis de las fuerzas másicas involucradas para compararlo con un sistema real de uso aeronáutico. En este sentido, es de destacar el requerimiento del Departamento de Aeronáutica de profundizar en la selección adecuada de materiales aeroespaciales, a pesar de que el plan de estudios prevé una signatura específica.

No se propone el diseño completo de todos los mecanismos, ya que la industria aeronáutica es muy específica en cuanto a muchos de sus componentes, entendiéndose de que gran parte de ellos debe seleccionarse, pero el estudio de cada mecanismo requiere su completa comprensión, de tal forma que en todos los casos se especifican los materiales para el uso aeroespacial y se detallan los procesos de fabricación.

## Conclusiones

A partir del planteo de dictado de clases descripto y del esquema de interrelación de las actividades prácticas, se realizó un verdadero cambio en la metodología y pudo comprobarse, en el breve transcurso de tres años, cambios que se traducen en la mejora del rendimiento de los estudiantes y el grado de incorporación de conceptos que se espera sean sustanciales en su desempeño profesional. Esto último se ve reflejado en la profundidad de elaboración de los trabajos prácticos y el excelente nivel de conclusiones expuestas en los exámenes parciales y finales.

El sistema de promoción directa propuesto por la Universidad se ve reflejado en el gráfico anterior, que muestra que la mayoría de los estudiantes haya promocionado la asignatura, con excepción del último año, en el cual la cátedra

dispuso que no hay régimen de promoción directa.

Estas conclusiones son preliminares, ya que ha de constatarse durante un lapso mayor de tiempo los resultados que avalen esta metodología.

## Referencias

Budynas, R.G. , Nisbett, J.K. , (2019) Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Ed. Mc Graw Hill, EE.UU.

Fink, L.D (2013) Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses, Revised and Updated. Ed. Jossey Bass. EEUU.

Prodanoff F, . Juanto.S. (24 al 26 de agosto de 2016 ) Experiencias de incorporación de tecnologías digitales en el aula para la mejora del proceso de Enseñanza Aprendizaje. Primer Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Básicas (I CIECIBA),. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia. Argentina.

Cukierman, U.R. (2011) TICS PARA LA INCLUSIÓN SOCIAL: Un Nuevo desafío para la Educación de Ingeniería. Primeras jornadas de enseñanza de la ingeniería Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.

# PVI: distintos problemas requieren distintos métodos

## IVP: different problems require different methods

Presentación: 15/10/2021

### **Marta Graciela Caligaris**

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

### **Georgina Beatriz Rodríguez**

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

### **Lorena Fernanda Laugero**

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

### **Gabriel Alejandro Bertero**

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

## **Resumen**

El Grupo de investigación GIE (Grupo Ingeniería & Educación) viene desarrollando, desde el año 2008, aplicaciones a medida relacionadas con diversos temas de Análisis Numérico incluidos en diferentes cursos de la Facultad Regional San Nicolás, de la Universidad Tecnológica Nacional, que pueden ser utilizadas con distintos objetivos. Los problemas que consideran los circuitos eléctricos seleccionados en este artículo, entre otros, intentan mostrar en contexto la razón por la que se desarrollaron tantos métodos para resolver el mismo tipo de problema matemático. A pesar de la precisión del método de Runge Kutta, la solución que da no se acerca a la solución analítica para todos los problemas. Aquí es donde la estabilidad de los métodos se vuelve importante, y vale la pena hacer notar a los estudiantes la necesidad de recurrir a los métodos implícitos para superar esta dificultad.

**Palabras clave:** Ecuaciones diferenciales, Aplicaciones, Análisis Numérico

## **Abstract**

The research Group GIE (Grupo Ingeniería & Educación, in Spanish) has been developing, since 2008, tailor-made applications related to diverse issues of Numerical Analysis included in different courses at the Facultad Regional San Nicolás, from the Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, that can be used with several purposes. The problems involving electrical circuits selected in this paper, among others, try to show in context the reason why so many methods for solving the same type of mathematical problem were developed. Despite of the accuracy of the Runge Kutta method, the solution that it gives does not approach the analytical solution for all problems. Here is where the stability of the methods becomes important, and it is worth to make students notice that implicit methods overcome this difficulty.

**Keywords:** Differential Equations, Apps, Numerical Analysis

## **Introducción**

Diversos problemas de ciencias e ingeniería, generalmente dependientes del tiempo, se modelizan con ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) con condiciones en un mismo valor de la variable independiente, llamados problemas

de valor inicial (PVI). Para aproximar la solución de un PVI, se debe garantizar que el problema esté bien planteado, es decir, que admita solución única y que pequeñas variaciones en la ecuación o en las condiciones no afecten mayormente a la solución.

Los métodos numéricos para resolver un PVI de primer orden:

$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = f(t, y) & a \leq t \leq b \\ y(a) = \alpha \end{cases} \quad (1)$$

parten de una discretización del dominio de interés, como un conjunto de puntos equiespaciados. En estos puntos, se aplica una fórmula de recurrencia, particular para cada método, que usa uno o más puntos anteriores. Esto permite clasificarlos en métodos de un paso, como los métodos de Euler, de Taylor o de Runge-Kutta, o métodos multipasos.

Para resolver problemas de valor inicial de orden superior, no es necesario utilizar nuevos métodos, sino que puede emplearse una extensión de los métodos para resolver PVI de primer orden expresando la EDO de orden n por medio de un sistema de n ecuaciones diferenciales simultáneas de primer orden cada una.

En este trabajo, se muestra una aplicación que permite establecer comparaciones entre algunos métodos de un paso y métodos multipasos y también analizar las soluciones numéricas obtenidas al variar ciertos parámetros. Además, se discuten las ecuaciones rígidas, analizando un método con el que se puede obtener una solución válida.

#### Los métodos multipasos

Los métodos de Taylor para aproximar la solución de un problema de valor inicial son llamados métodos de un paso, porque la aproximación de la solución en un punto de la malla se obtiene con información proveniente de la aproximación obtenida en el punto anterior. Los métodos de Runge-Kutta también son considerados de un paso porque, aunque utilizan información en puntos interiores del intervalo  $[t_i, t_{i+1}]$ , no la conservan para emplearla directamente en aproximaciones futuras. Toda la información que emplean se obtiene dentro del subintervalo en que va a aproximarse la solución.

En el momento de calcular la aproximación en un punto dado de la malla, la solución aproximada está disponible en todos los puntos previos, y como el error  $|w_i - y(t_i)|$  tiende a aumentar con i, parece razonable desarrollar métodos que usen datos precedentes más precisos al obtener la solución en dicho punto. Se conocen como métodos multipasos a aquellos que emplean la aproximación en más de uno de los puntos de red precedentes para determinar la aproximación en el punto siguiente.

Un método multipasos de p pasos para resolver el PVI como el presentado en la ecuación (1) es aquel cuya ecuación de diferencias para obtener la aproximación  $w_{n+1}$  en el punto  $t_{n+1}$  de la malla definida por  $\{t_n = a + h n, n = 1, \dots, N\}$ , con tamaño de paso  $h = (b-a)/N$ , puede representarse por medio de la siguiente ecuación, con p entero y mayor que 1:

$$w_{n+1} = a_0 w_n + a_1 w_{n-1} + \dots + a_p w_{n-p} + h [b_{-1} f(t_{n+1}, w_{n+1}) + b_0 f(t_n, w_n) + \dots + b_p f(t_{n-p}, w_{n-p})] \quad w_{n+1} = \sum_{i=0}^p a_i w_{n-i} + h \sum_{i=-1}^p b_i f(w_{n-i}, t_{n-i}) \quad (2)$$

para  $n = p, \dots, N-1$ , donde  $h = (b-a)/N$ ,  $a_0, a_1, \dots, a_p, b_{-1}, \dots, b_p$  son constantes y se especifican los valores iniciales  $w_0 = \alpha$ ,  $w_1 = a_1, w_2 = a_2, \dots, w_{p-1} = a_{p-1}$ . Se toma de la condición inicial brindada por el problema el valor  $w_0 = \alpha$  y los demás valores necesarios para iniciar el método se obtienen con un método de Runge-Kutta u otro método de un paso.

Cuando  $b_{-1} = 0$ , el método es explícito o abierto, ya que la ecuación (2) da de manera explícita el valor de  $w_{n+1}$  en función de los valores previamente determinados.

Cuando  $b_{-1} \neq 0$ , el método es implícito o cerrado, ya que en la ecuación (2),  $w_{n+1}$  se encuentra en ambos lados, quedando especificado sólo implícitamente. En la implementación de un método implícito, se debe resolver la ecuación implícita para  $w_{n+1}$ . No es evidente que siempre se pueda resolver esta ecuación, ni que

siempre se obtenga una solución única para  $w_{n+1}$ . En caso que no se pueda resolver la ecuación, se deberá recurrir a algún método de aproximación de ecuaciones no lineales.

Actualización de la aplicación de diseño propio: incorporación de los métodos multipasos

El recurso que se muestra en este trabajo es una actualización de una herramienta previamente presentada para trabajar con circuitos eléctricos utilizando métodos de un paso (Caligaris et al., 2012). En esta oportunidad, se agregaron métodos multipasos dentro de las posibilidades para aproximar la solución de una ecuación diferencial con valores iniciales. Para obtener con esta aplicación una solución aproximada de un PVI debe indicarse, en primer lugar, el orden del problema que se va a resolver con el botón de opción correspondiente. Esto habilitará los cuadros necesarios para cargar los datos del problema según su tipo: los coeficientes de la ecuación, las condiciones iniciales y el intervalo donde se quiere obtener la solución. Es posible ingresar la ley de la solución exacta del problema, en caso de conocerse, para poder hacer comparaciones y determinar errores.

En la parte inferior de la ventana, se pueden seleccionar hasta tres opciones para realizar simultáneamente diferentes aproximaciones. Cada una de estas opciones permite elegir, de una lista desplegable, un método entre Euler, Runge-Kutta de orden cuatro, Adams-Bashforth y Adams-Bashforth-Moulton, y la cantidad de puntos en donde se va a calcular la solución. Para que se calculen y muestren las opciones elegidas, se deben tildar las casillas de verificación a la izquierda de cada aproximación. Se puede optar por aplicar el mismo método con distintos pasos, o distintos métodos con pasos iguales o con pasos diferentes.

La solución numérica puede analizarse desde el punto de vista gráfico o tabular. La representación gráfica de la solución discreta se presenta en un sistema de ejes coordenados utilizando diferentes colores para los puntos asociados a cada aproximación. La representación tabular permite comparar las distintas aproximaciones calculadas y analizar el comportamiento de la solución numérica respecto de la solución exacta, en caso de que sea ingresada.

A modo de ejemplo, en la Figura 1, se muestran dos circuitos y el cálculo de  $q(t)$  con la aplicación de diseño propio. Problemas de este tipo son los que se presentarán en el aula para poner la matemática en contexto. En este trabajo, no se profundizará en los problemas, por razones de espacio.

Ecuaciones rígidas

Las ecuaciones diferenciales rígidas (EDR) son aquellas cuyas soluciones contienen escalas significativamente diferentes para la variable independiente. En general, se caracterizan por tener un término de la forma  $e^{-ct}$ , donde  $c$  es una constante positiva grande. Por lo general, esto es parte de la solución general, llamada solución transitoria. La parte más importante de la solución es la solución de estado estacionario (Burden & Faires, 2003). Los métodos mencionados en las secciones anteriores tienen problemas de estabilidad para resolver este tipo de ecuaciones.

Gear (Crow, 2003) desarrolló otros métodos multipasos implícitos con mejores características de estabilidad. Su forma general, para una ecuación del tipo (1) con una malla establecida por (2), está dada por:

$$y_{i+1} = \gamma \left[ \sum_{j=1}^n \alpha_j y_{i+j-1} + \beta h f(t_{i+1}, y_{i+1}) \right] \quad (3)$$

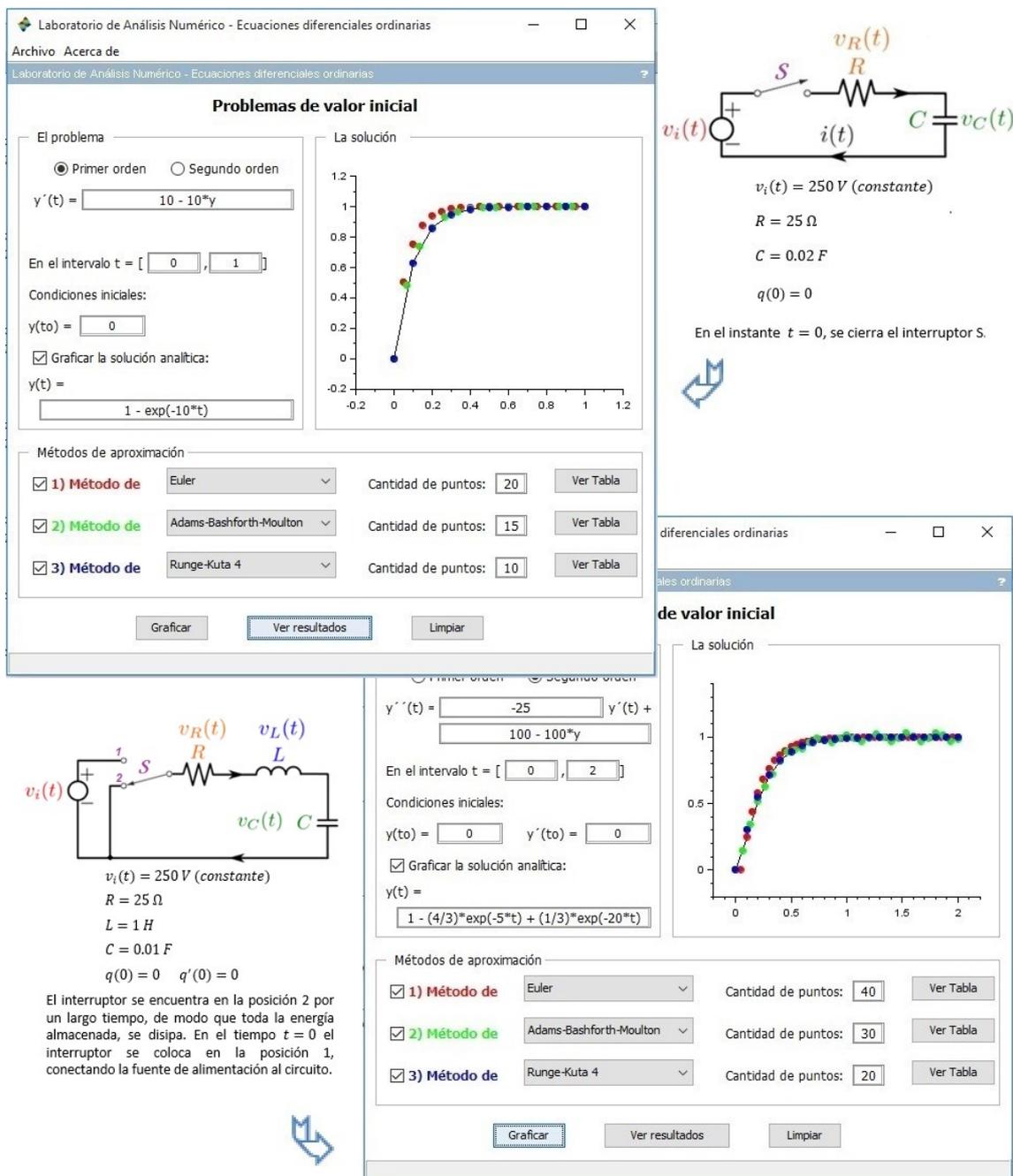


Figura 1. Ejemplos de PVI de primer y segundo orden

El método de Gear para  $n = 1$  es equivalente al método de Adams-Moulton de primer orden. Los métodos de Gear de orden superior se complican al ponerlos en práctica por su naturaleza implícita, dado que en cada iteración se debe resolver una ecuación, que resulta no lineal si la ecuación diferencial es no lineal. En estos casos, se puede aplicar, por ejemplo, el método de Newton-Raphson. A continuación, se muestran dos ejemplos de aplicación del método de Gear de tres pasos, uno para un caso lineal y otro para no lineal. La fórmula del método en este caso está dada por:

$$y_{n+1} = \frac{18}{11}y_n - \frac{9}{11}y_{n-1} + \frac{2}{11}y_{n-2} + \frac{6}{11}hf(t_{n+1}, y_{n+1}), \quad n = 3, \dots, N \quad (4)$$

#### Ejemplo 1

Considérese la ecuación diferencial  $y' = -20y + 20 \sin(t) + \cos(t)$ ,  $0 \leq t \leq 2$ , con  $y(0) = 1$ . Al utilizar la aplicación presentada anteriormente, con un tamaño de paso  $h = 0.25$ , se obtienen los resultados que se muestran en la Figura 2.

ti	y(ti)	Euler (n = 8)	Adams-Bashforth-Moulton (n = 8)
0	1	1	1
0.25	0.2541419	-3.75	13.951
0.5	0.4794709	16.479248	188.30821
0.75	0.6816391	-63.300468	2575.4582
1	0.841471	256.79299	38932.032
1.25	0.9489846	-1022.8295	594214.73
1.5	0.997495	4096.1419	9073607.3
1.75	0.9839859	-16379.562	1.386D+08
2	0.9092974	65523.124	2.116D+09

**Figura 2.** Soluciones obtenidas con la aplicación del Ejemplo 1 al emplear distintos métodos

Como se puede observar en la Figura 3, ninguno de los dos métodos sirve para aproximar la solución exacta. Por esa razón, se intentará aproximar la solución utilizando el método de Gear. En este caso, la ecuación diferencial es lineal, con lo cual en la expresión del método de Gear de tres pasos, puede despejarse la incógnita y<sub>i+1</sub>:

$$y_{n+1} = \frac{18}{11}y_n - \frac{9}{11}y_{n-1} + \frac{2}{11}y_{n-2} + \frac{6}{11}h[-20y_{n+1} + \text{sen}(y_{n+1}) + \text{cos}(y_{n+1})] \quad (5)$$

Resultando:

$$y_{n+1} = \frac{\frac{18}{11}y_n - \frac{9}{11}y_{n-1} + \frac{2}{11}y_{n-2} + \frac{6}{11}h[\text{sen}(y_{n+1}) + \text{cos}(y_{n+1})]}{20h\frac{6}{11} + 1} \quad (6)$$

Obteniendo los primeros dos valores con el método de Runge Kutta con un paso menor (h = 0.05) y luego aplicando esta fórmula para h=0.25, se obtienen los valores que se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Solución del Ejemplo 1 utilizando el método de Gear

ti	0	0.25	0.50	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2
yi	1	0.25417	0.47947	0.72902	0.86268	0.94801	0.99485	0.98421	0.91007
y(ti)	1	0.25414	0.47947	0.68164	0.84147	0.94898	0.99745	0.98399	0.90930

### Ejemplo 2

Dada la ecuación diferencial  $y' = 5e^{5t}(y - t)^2 + 1$ ,  $0 \leq t \leq 1$ , con  $y(0) = -1$ , en la Figura 3 se muestra la salida tabular obtenida en la aplicación con un tamaño de paso  $h = 0.2$ , para distintos métodos, junto con la solución exacta.

ti	y(ti)	Euler (n = 5)	R-K, 4 (n = 5)	Adams-Bashforth-Moulton (n = 5)
0	-1	-1	-1	-1
0.2	-0.1678794	-0.2	-0.3586157	-0.3586157
0.4	0.2646647	0.0349251	0.1832926	0.1832926
0.6	0.5502129	0.8197362	1.4123455	1.4123455
0.8	0.7816844	1.5895461	5.676D+15	19519.02
1	0.9932621	35.425104	2.94D+275	1.265D+23

**Figura 3.** Solución del ejemplo con distintos métodos, obtenida con la aplicación

Nuevamente, ninguno de estos métodos brinda una solución válida para este problema. Se aplica entonces el método de Gear de tres pasos, para una malla de 5 puntos en el intervalo dado, obteniendo la fórmula:

$$y_{n+1} = \frac{18}{11}y_n - \frac{9}{11}y_{n-1} + \frac{2}{11}y_{n-2} + \frac{6}{11}h[5e^{5t}(y_{n+1} - t_{n+1})^2 + 1], n = 3..5 \quad (7)$$

Como valores iniciales se toman la condición inicial y los dos primeros valores obtenidos con el método de Runge Kutta, con un paso menor. Claramente la ecuación (7) es no lineal, por lo que se requiere utilizar el método de Newton-Raphson en cada iteración. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Solución del ejemplo 2

$t_i$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
$y_i$	-1	-0.16796	0.26462	0.53889	0.72965	0.95718
$y(t_i)$	-1	-0.16788	0.26466	0.55021	0.78168	0.99326

En este caso, el valor aproximado de  $y_i$  se obtuvo aplicando el método de Runge Kutta para los dos primeros valores calculados, y luego el método de Gear, aproximando en cada paso la solución de la ecuación no lineal con tres iteraciones del método de Newton-Raphson. Es posible mejorar la precisión de la solución obtenida aumentando dichas iteraciones.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos mediante métodos numéricos cobran sentido cuando éstos son implementados en computadora. El uso de aplicaciones como la presentada en este trabajo, como se mostró en los ejemplos, permite que los alumnos no tengan que destinar tanto tiempo ni a la programación ni a los procedimientos mecánicos para calcular manualmente la solución numérica de los problemas que se les plantea. En consecuencia, al obtener aproximaciones con mayor facilidad y rapidez, los estudiantes pueden dedicar tiempo para profundizar algunas cuestiones conceptuales inherentes a los métodos estudiados o realizar actividades que impliquen el afianzamiento de ciertas competencias matemáticas. Por otro lado, es importante que los alumnos vean las dificultades en la programación de algunos métodos, como los implícitos, y para este caso, esto se puede lograr con herramientas sencillas como una planilla de cálculo.

## Referencias

- Caligaris, M.G., Rodríguez, G.B., Laugero, L.F. y Liria, L.V. (2012). "La resolución numérica de ecuaciones diferenciales en el contexto de los circuitos eléctricos" Actas del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, San Rafael, Mendoza, Argentina, 28 al 30 de marzo.
- Crow, M.L. (2010). Computational Methods for Electric Power Systems. Second Edition. Boca Ratón: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Burden, R.L. y Faires, J.D. (2003). Análisis numérico. Séptima edición. México: International Thompson Editores.

# Propuesta didáctica para la integración de contenidos en Análisis Matemático e Inglés

## Didactic proposal to content integration in Mathematical Analysis and English

Presentación: 15/10/2021

**Mirta Barión, Aldana Tibaldo, Romina Durunda, Ignacio Alurralde, Eva Casco.**

Departamento de Materias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Santa Fe.  
ecasco@frsf.utn.edu.ar

### Resumen

En el afán de superar la mera transmisión de conocimientos y lograr que los alumnos con los mismos desarrollen competencias, se busca la integración de contenidos medulares de dos asignaturas, mediada por las tecnologías. Para alcanzarla se desarrolló una Mini Unidad de Aprendizaje generada a partir de un tema de vital importancia para los alumnos de la asignatura Análisis Matemático I, Integral definida, como herramienta de accesibilidad al conocimiento y desarrollo de las cuatro macro destrezas para lograr la competencia comunicativa: habla, escucha, lectura y escritura en las asignaturas Inglés I e Inglés II. La utilización de la misma implicará virar hacia “el aprendizaje centrado en el alumno”, pues requerirá una participación activa del estudiante, supone un cambio en los planteamientos pedagógicos que exigen el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos capaces de facilitar los nuevos procesos.

**Palabras clave:** MUA, integración, Integral Definida, Análisis Matemático, Inglés

### Abstract

In an effort to go beyond the mere knowledge transmission and to ensure students acquire competences through this knowledge, we seek technology-mediated key content integration for two subjects. To achieve this, we have developed a Mini Unit of Learning generated from a key issue for students of Mathematical Analysis I, Definite Integral, as a tool to access the development of the four language skills towards acquiring communicative competence: speaking, listening, reading and writing in English I and English II. The use of this tool will mean a complete shift to the student-centered learning since this will require an active involvement on the student's part. This will also involve a change in the pedagogic proposals that demand the design of new methodological approaches and, the use of teaching resources that facilitate the new processes.

**Keywords:** MUL, integration, Definite Integral, Mathematical Analysis, English

### Introducción

Es indudable que los docentes se enfrentan con frecuencia al problema de la falta de atención por parte de los alumnos de las carreras de ingeniería. Sin embargo, si se logra crear actividades interesantes e innovadoras, se puede mantener la atención o incluso, incrementarla. En consecuencia, mientras más llamativo, interesante o concreto sea el input de la actividad presentada, más fuerte será el involucramiento del aprendiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En un trabajo precedente se diseñó, implementó y valoró una práctica, abordando el tópico generativo “razón de cambio”. En esa experiencia, el interés tuvo su origen en las dificultades observadas en la comprensión por parte de estudiantes universitarios en el mencionado tópico. Se trató de una investigación, basada en un estudio de caso, siendo los actores los alumnos de la asignatura Análisis Matemático I (AMI), particularmente, una comisión de cursado cuatrimestral (segundo cuatrimestre del año 2017). En ella, los alumnos, agrupados y apoyados en el software

Geogebra, modelaron un problema. La experiencia permitió refinar los niveles de comprensión y motivar a los estudiantes para que sean partícipes de su propio aprendizaje (Casco et al, 2018). Luego, resultó de gran interés analizar si los proyectos producidos podrían ser valorados como Objetos de Aprendizaje (OA) de calidad. Según Wiley (2002), se define a un OA como “Un recurso digital que puede ser reusado para ayudar en el aprendizaje”. En consecuencia, se evaluaron las características y como conclusión, se definieron los trabajos como “Mini Unidades de Aprendizaje” (MUA) (Casco et al, 2018). El término hace referencia a un anteproyecto de los OA, dado que no cumplen con la totalidad de los criterios demandados. Sin embargo, esto no invalida que los alumnos puedan utilizar una MUA, en este caso, en las clases de inglés.

Considerando que la motivación es el pilar fundamental en el proceso de aprendizaje, postulamos que las “Mini Unidades de Aprendizaje”, pueden resultar muy útiles para despertar el interés por interpretar el mensaje y así, atrapar al alumno por brindar una información en inglés que refuerza y fortalece la comprensión de temas de Análisis Matemático fundamentales en el trayecto de sus respectivas carreras, constituyendo así un objeto de aprendizaje en la clase de inglés de indiscutible valor.

## Desarrollo

La situación de contexto que estamos viviendo producto de la pandemia por COVID, ha forzado a los docentes a reinventarse, proponiendo alternativas que motiven y mejoren la comprensión resultando accesibles a los alumnos. Por eso, se considera la inclusión en las prácticas de material didáctico mediado por la tecnología, que puede ser utilizado en la propuesta didáctica virtual o presencial. Es importante que el material posea ciertas bondades a destacar como son: la flexibilidad (es un material educativo que puede ser usado en múltiples contextos, debido a su facilidad de actualización, gestión de contenido y búsqueda), la personalización (pues cada tópico desarrollado puede ser tratado con la posibilidad de realizar cambios en la secuencia y otras formas de contextualización de contenidos a la medida de las necesidades formativas de alumnos), modularidad (posibilidad de realizar módulos, subdividiendo contenidos), la adaptabilidad (según a los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos), reutilización, durabilidad, etc.

Este material didáctico con soporte digital, que posee las características antes mencionadas y que en estudios anteriores se demostró que permite refinar los niveles de comprensión a partir de su implementación, resulta una herramienta didáctica de alto valor para favorecer la enseñanza centrada en los alumnos ya que les facilitan el desarrollo del concepto.

El contenido mínimo “Integración, cálculo y uso” (Ordenanza 1114) se encuentra presente en los actuales diseños curriculares de las carreras de ingeniería, elemento esencial del cálculo que permite estudiar fenómenos naturales de interés para diversas áreas del conocimiento, siendo una herramienta que permite modelar, calcular, predecir y diseñar. Indispensable para lograr en los futuros profesionales una sólida formación analítica que le permita la interpretación y resolución de problemas.

En este trabajo, se creó una MUA a partir del contenido “Integral Definida. El tratamiento del tópico fue desarrollado bajo la contextualización de una situación problema a resolver y con una secuencia determinada. La misma está constituida por el desarrollo teórico del concepto, el problema aplicado y la resolución del mismo de forma estática y dinámica.

Es importante tener en cuenta la relevancia en la presentación de contenidos, las actividades que refuerzan el aprendizaje y la coherencia presente en el material didáctico, para que los mismos puedan ser apprehendidos por los estudiantes. Es en este punto en donde la MUA juega un papel importante debido a su forma de presentar contenidos y de transferir conocimientos. Es decir, esta herramienta de aprendizaje posee contenido interactivo, es indivisible e independiente de otras MUAs, puede ser utilizada en distintos contextos (clases virtuales o clases presenciales), permite alcanzar objetivos de aprendizaje más amplios, llevando a la construcción de los llamados: módulos de aprendizaje. La utilización de ella, por parte de los alumnos favorece el trabajo y aprendizaje colaborativo resultando material de consulta permanente para los alumnos. Resulta una guía en el proceso de aprendizaje y propicia el rol del docente facilitador en la enseñanza.

Por ello, los docentes con el afán de integrar contenidos adecuaron la MUA en la lengua inglesa utilizando el “GeogebraBook” o “Libro de Geogebra”. Éste se caracteriza por ser un medio ágil para crear libros interactivos para aprender y enseñar en todo nivel educativo, con textos en línea ilustrados y dinámicos. Además, su acceso es libre y gratuito desde la Web. Como se mencionó anteriormente, Geogebra no sólo permite crear recursos educativos, sino que también brinda la posibilidad de crear libros. En éstos se pueden generar diversos capítulos y dentro de ellos diseñar las denominadas, según Geogebra, “Actividades”. En primera instancia, se consideraron los atributos del mismo y se completaron los datos solicitados. Considerando que Geogebra cuenta con una amplia y multicultural comunidad cuyos usuarios integrantes hablan y trabajan en distintos idiomas, esto permitió lograr la reutilización y la posibilidad de propiciar la accesibilidad. Además, consideró el rango de edad de los destinatarios y el nivel de conocimientos previos con el fin de que los usuarios conozcan los conocimientos que deberían haber alcanzado en otras instancias de aprendizaje y así agilizar la decisión de potenciales interesados. Se consideraron otros aspectos como: etiquetas/tags (palabras clave), la visibilidad del tipo público, el enlace compartido, permitiendo acceder ni bien se conozca el enlace correspondiente, dado que no aparecerá en los resultados generales de las búsquedas o privado, etc.

En segunda instancia se procedió a crear un nuevo capítulo en el Libro. Es importante aclarar que se desea obtener tantos capítulos como cantidad de tópicos generativos se detecten en la asignatura AMI. En el presente trabajo se creó un capítulo, Integral definida para este tópico medular y su utilización propiciará el desarrollo de nuevas destrezas del enfoque comunicativo: habla, escucha, lectura y escritura en lengua extranjera.

Definite Integral (Integral Definida) se denominó a la actividad creada y la misma presentó la siguiente estructura:

1. Title (Título)
2. Introduction (Introducción)
3. Objective (Objetivo)
4. Theory (Complemento Teórico)
5. Instructions (Instrucciones)
6. Context (Contexto)
7. Unknown (Incógnita)
7. Static Situation (Situación planteada de forma estática)
8. Dynamic Situation (Situación planteada de forma dinámica)
9. Resolution (Resolución)

Se señala que lo creado cumple con determinada cantidad de metadatos, propios de GeogebraBook, y se encuentra disponible en la plataforma “Campus Virtual” y desde el enlace <https://www.geogebra.org/m/qgaphs8e>. En la Figura 1 se observa el apartado 8 (Dynamic Situation), el cual permite al alumno, a través de los deslizadores, calcular las áreas de los tramos definidos en forma aproximada y comparar los resultados con el valor exacto, calculado con integrales definidas.

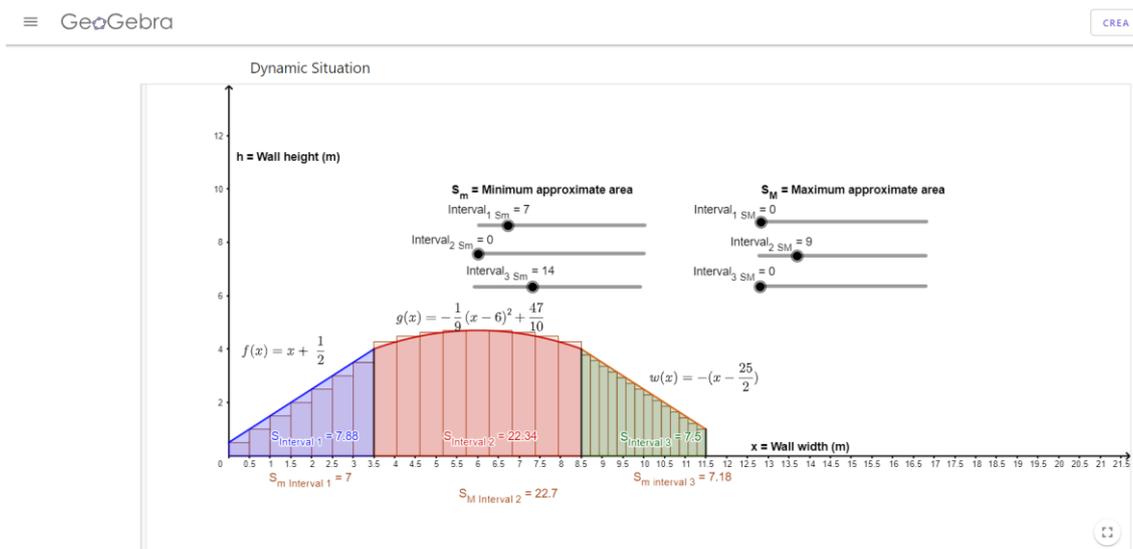


Figura 1. Imagen de la situación dinámica.

## Conclusiones

Esta herramienta permite su fácil incorporación para realizar prácticas didácticas en la enseñanza de nuestra casa de estudios, donde los alumnos se convierten en protagonistas de su propio proceso de aprendizaje y pueden tomar el control de la acción formativa mediante la interacción con el recurso educativo, determinando el punto desde el que desea observar y el momento en el que se desea interaccionar. La estrategia puede convertir al proceso tradicional “docente-pizarrón” en un proceso constructivo, participativo y social, tanto en las clases de AMI como de Inglés y, en consecuencia, permitirá que los docentes logren adaptar sus clases a las necesidades actuales propiciando la accesibilidad al conocimiento.

De esta manera la utilización de la misma permitirá que el alumno pueda apropiarse del conocimiento integrando los contenidos curriculares. Se ha mostrado que estos recursos educativos tecnológicos apoyan la colaboración y el aprendizaje entre pares, el ensayo de distintos caminos para la resolución de problemas, el uso de distintos registros para el abordaje de los temas, la autovaloración de los avances y el desarrollo de desempeños de comprensión cada vez más refinados.

El presente trabajo es un avance del Proyecto de Investigación y Desarrollo denominado “Análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje: La utilización de tecnologías emergentes y su contribución en el desarrollo de competencias en los alumnos del ciclo básico de la UTN- FRSF”, Proyecto Homologado (período 2020-2022, Código TEUTNFE0007759 - UTN FRSF). Como trabajo a futuro, el equipo docente de la cátedra de Inglés considera incorporar audio a la MUA pues, la actividad de escucha apela al uso de la vista y el oído (ver y escuchar). Si tenemos en cuenta que nuestra experiencia de vida en el mundo implica una estimulación multisensorial constante, podemos predecir que las actividades multisensoriales en la clase de inglés se aproximan a entornos reales y permiten así un aprendizaje más efectivo.

## Referencias

- Casco, E., De Santis, E., Verrengia, M., Tibaldo, A. (2018) “El uso de tecnologías, la comprensión y la evaluación”. IPECyT: VI jornadas nacionales y II latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico-tecnológicas (págs. 658-662). Tandil. ISBN: 978-950-658-471-9.
- Casco, E., De Santis, E., Rodríguez, E., Pastorelli, S. (2018). “Evaluación de Proyectos Propuestos por Alumnos de la UTN FRSF en el Tópico “Razón de Cambio” y su Relación con Objetos de Aprendizajes”. XXI Encuentro Nacional y XIII Encuentro Internacional de Educación Matemática en carreras de Ingeniería-EMCI 2018 (pág. 106). Córdoba: Recovecos. ISBN: 978-987-4433-22-0.
- Ordenanza 1114 de Consejo Superior (Aprueba el diseño curricular de la carrera Ingeniería Industrial).

[http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida\\_nuevo\\_sitio\\_rectorado.php3?tipo=ORD&numero=1114&anio=0&facultad=CSU&pagina=1](http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida_nuevo_sitio_rectorado.php3?tipo=ORD&numero=1114&anio=0&facultad=CSU&pagina=1)

Wiley, D. A.: Learning Objects Explained. Wiley, D. A.: (2002). The Instructional Use of Learning Objects. Agency for Instructional Technology; Association for Educational Communications & Technology, pp. 1-3. <https://members.aect.org/publications/InstructionalUseofLearningObjects.pdf>. Accedido el 1 de Julio de 2018.



Área temática:

## La enseñanza de la ingeniería en tiempos de pandemia



# De la virtualización forzada a la hibridación por elección

## From forced virtualization to hybridization by choice

Presentación: 09/09/2021

### Patricia Tilli

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo - Argentina  
ptilli@frh.utn.edu.ar

### María Julia González

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Haedo - Argentina  
mgonzalez@frh.utn.edu.ar

### Fernando Napoli

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

### Resumen

El presente trabajo tiene como objeto recuperar y compartir con la comunidad educativa los resultados del proceso de virtualización “forzada” que debimos afrontar a comienzo del ciclo lectivo 2020 como respuesta a la suspensión de la presencialidad en el marco del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio. Esta experiencia nos ha permitido reflexionar sobre las múltiples dimensiones que atraviesan los entornos educativos a distancia, sobre nuestro rol como docentes y principalmente, sobre las oportunidades que la hibridación podría ofrecer al combinar «lo mejor» de los diversos modelos formativos. El diseño metodológico de este trabajo se conceptualiza como descriptivo de naturaleza cualitativo y centra el análisis en ocho cursos de Ingeniería y Sociedad de la Facultad Regional Haedo de la Universidad Tecnológica Nacional; asignatura homogénea de primer año de todas las especialidades de Ingeniería. En este contexto de permanente cambio, resulta interesante analizar la experiencia reciente para proyectar nuevos trayectos educativos.

**Palabras clave:** educación superior, formación de ingenieros, educación a distancia, hibridación

### Abstract

This paper aims to recover and share with the educational community the results of the "forced" virtualization process that we had to face at the beginning of the 2020 academic year, as a response to the suspension of face-to-face attendance in the Preventive and Compulsory Social Isolation context. This experience has allowed us to reflect on the multiple dimensions of Distance Education Environments, on our role as teachers and, above all, on the opportunities that hybridization could offer by combining "the best" of the various training models. The methodological design of this paper is conceptualized as descriptive qualitative approach and focuses the analysis on eight courses of Ingeniería y Sociedad of the Facultad Regional Haedo of The Universidad Tecnológica Nacional; homogeneous first-year subject of all engineering specialties. In this context of permanent change, it is interesting to analyze recent experience to project new educational paths.

**Keywords:** higher education, engineering training, distance education, hybridization

## Introducción

El contexto que se plantea a partir de la pandemia nos obliga a repensar las prácticas educativas, interpelando y cuestionando nuestro rol docente, a partir de herramientas con las que ya contábamos pero que adquieren ahora un nuevo valor.

Si pensamos la práctica docente arraigada a un espacio conocido, de límites claramente establecidos por las paredes del aula, nos vemos obligados a redefinirla. En este nuevo escenario educativo ya no contamos con ese lugar en el cual docente y alumno se identificaban encontrando naturalmente su lugar o construyéndolo, hasta volverlo propio.

La transmisión de conocimientos se trasladó de manera forzada a otros espacios, como plataformas y aulas virtuales, que en otro momento podrían haberse definido como «no lugares», en el sentido de espacios diseñados no para su permanencia sino para el tránsito fluido, en los cuales sobreabunda la información y donde los sujetos no generan fuertes lazos de identificación, sino que generalmente circulan casi en el anonimato (Augé, 1992).

Debemos entonces preguntarnos, ¿Cómo volver significativos estos espacios, de qué manera establecer nuevas relaciones con los alumnos que favorezcan la transmisión de contenidos? Y más aún ¿Qué tan pertinentes resultan en esta nueva realidad, los contenidos que hasta el momento considerábamos imprescindible compartir?

Esta tarea implica redefinir el rol del docente y del alumno, los estereotipos y clasificaciones establecidas para definir el proceso de transmisión de conocimiento que no resultan útiles en este espacio virtual que definitivamente no podrá ser entendido en términos estables, estancos y concluyentes.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es recuperar nuestras experiencias docentes, llevadas a cabo en el marco de la asignatura Ingeniería y Sociedad en la Facultad Regional Haedo de la Facultad Tecnológica Nacional (FRH UTN) y resignificarlas, evaluando la diversidad de «ecosistemas de aprendizaje» a los cuales la hibridación nos permitiría acceder, para facilitar la adquisición de conocimientos disciplinares y competencias (tecnológicas y sociales) en un entorno amigable para los estudiantes quienes poseen una indiscutible familiaridad con las tecnologías de la información y comunicación.

## Desarrollo

### Algunas definiciones iniciales

A fin de contextualizar este trabajo, definiremos «educación a distancia» como *“el proceso de enseñanza aprendizaje que se da cuando el profesor y participante (discente/alumno) no se encuentran frente a frente como en la educación presencial, sino que emplea otros medios para la interactividad síncrona o asíncrona; entre ellos, Internet, CD, videos, videoconferencia, sesiones de chat y otros”* (Martínez Uribe, 2008:10).

Asimismo, entendemos «educación presencial» como aquella modalidad educativa *“en la cual los estudiantes asisten al aula para tener las clases en presencia del profesor y siguiendo sus instrucciones de trabajo”*. Mientras que definiremos la «educación híbrida» como aquella modalidad educativa en la cual *“los estudiantes asisten al aula para tener sesiones de trabajo colaborativo y discusión guiadas por el instructor con base en el curso en la red. Lo anterior implica que los estudiantes deben leer los contenidos de las páginas del sitio Web y realizar las actividades y experiencias de aprendizaje programadas en el sitio Web del curso”* (Rosales García et.al., 2008:25).

### La experiencia en Ingeniería y Sociedad

Si bien la pandemia generada por el SARS Cov2 nos alejó de las aulas presenciales a comienzos del 2020, estos espacios hacía tiempo que habían comenzado a cambiar. La tecnología se colaba en cuentagotas en los sistemas educativos tradicionales: correos electrónicos, archivos compartidos en Google Drive, videos de YouTube, grupos de WhatsApp, entre otros recursos tecnológicos. Lo que marcó la diferencia, fueron tanto los espacios en los cuales tenía lugar el proceso de enseñanza y de aprendizaje, como los vínculos y los roles que se establecieron en ellos entre los sujetos. En otras palabras, lo que cambió fue el «ecosistema de educación» entendido como *“la suma de una*

*comunidad de aprendices y formadores, de recursos para el aprendizaje (vídeo, audio, texto, entre otros), de principios y métodos (adaptativo, activo), de sistemas y procesos (internet, multimedia, web semántico), y administración de recursos para el aprendizaje (adquiere, organiza, recupera, reutiliza)”* (McPherson y Nunes citado por Martí et.al. 2018:2).

Como acontece en toda gran ruptura, este cambio de ecosistema evidenció ciertas resistencias iniciales. Mientras los docentes veíamos la necesidad de repensar nuestras prácticas, los estudiantes enfrentaban trayectorias formativas inciertas. En este complejo proceso de resignificación de los espacios educativos, las clases presenciales fueron reemplazadas por interacciones entre docentes y estudiantes mediatizadas por herramientas tecnológicas (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, Jitsi, entre otros) pretendiendo replicar la práctica áulica presencial en la virtualidad, como si la compulsividad y aparente brevedad que tendría la no-presencialidad, nos permitiera ciertas licencias en la programación didáctica de nuestras clases. Sin embargo, la extensión del ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio) y la continuidad de las clases a distancia nos enfrentó a un gran desafío: en este nuevo contexto ¿nuestros estudiantes pueden seguir aprendiendo de la misma manera?

Por otra parte, el hecho que, Ingeniería y Sociedad, sea una materia homogénea anual de primer año, agregó una complejidad adicional: los estudiantes carecían de «alfabetización universitaria» entendida como “*una suerte de síntesis que conjuga estrategias y actividades de lectura y escritura, propias de cada disciplina*” (Böhm Carrer y Lucero, 2016:9). Esta carencia nos obligó a reformular la propuesta educativa, centrando el aprendizaje en un estudiante que, por un lado, no había formado parte de un aula presencial en la universidad y que, por otro, ostentaba cierta familiaridad con los entornos virtuales y con el uso de las TIC.

Asimismo, entre estos estudiantes pudimos advertir la coexistencia, en términos de Dussel (2011), de dos brechas: la «brecha de acceso» y la «brecha de uso». Mientras la primera, describe las dificultades de acceso a los bienes digitales y puede resolverse facilitando el acceso a las redes o subsidiando la adquisición de computadoras, tabletas o smartphones. La segunda, describe las dificultades para realizar usos relevantes de esos bienes y requiere de la intervención relevante de docentes capacitados para implementar “*nuevos repertorios de prácticas que permitan hacer usos más complejos y significativos de los medios digitales*” (Dussel, 2011:12).

Como respuesta a este escenario y, ante la necesidad de dictar la asignatura en forma remota, se decidió implementar un modelo de educación virtual que concentrara los esfuerzos de los docentes, tanto en la retención y el acompañamiento de los estudiantes, como en la construcción de nuevas experiencias de aprendizajes, más que en la evaluación y calificación sumativa. Con la intención de alcanzar este objetivo, en 8 de los 15 cursos de Ingeniería y Sociedad de la FRH UTN se realizaron las siguientes acciones:

- a. Se diseñó un aula virtual en la plataforma Moodle que se caracterizó por brindar información de la asignatura, por incorporar diversos espacios de comunicación (foros, chats, entre otros) y fundamentalmente, por organizar los contenidos de la asignatura en módulos breves (extensión máxima tres encuentros virtuales).
- b. al interior de cada módulo, se organizaron los materiales didácticos en bloques (material obligatorio, material complementario, actividades), con una lógica que les permitiera a los estudiantes interactuar con los mismos a medida que avanzan las clases.
- c. las clases sincrónicas, a través de la plataforma Microsoft Meet, tuvieron principalmente dos finalidades didácticas diferentes:
  - para el desarrollo: las clases sincrónicas se llevaron a cabo poniendo énfasis en los aspectos conceptuales más relevantes de cada contenido, recuperando aquello que los estudiantes interpretaron de la lectura previa del material teórico (textos seleccionados a tal efecto), enriqueciéndola a partir de los recursos didácticos (ej. videos, infografías, entre otros) y la exposición dialógica de las docentes.
  - como cierre: luego que los estudiantes resolvieran un breve cuestionario que recuperaba los contenidos del módulo, se utilizaron las clases sincrónicas para brindar devoluciones significativas, realizando una integración conceptual y resolviendo dudas.
- d. Si bien, damos cuenta de las conceptualizaciones de Centurión (2020:243) en que estos no son “*tiempos de cuantificar, ni de evaluar como tradicionalmente se hace, ni validar conocimientos, [sino que estos] son tiempos*

*de acompañar y enseñar*”, debido a requerimientos de la Cátedra, y la necesidad de que los estudiantes acrediten la asignatura, se mantuvo la evaluación sumativa cuatrimestral, apenas modificando el formato para adaptarla a las condiciones de virtualidad. Se implementaron cuestionarios incluyendo diferentes formatos de preguntas manteniendo cierta lógica con las consignas ensayadas en las actividades de cierre.

A 18 meses de iniciada esta experiencia, los resultados son amplios y diversos. De los 238 estudiantes que integraron los 8 cursos de Ingeniería y Sociedad durante el ciclo lectivo 2020 (100% a distancia de comienzo a fin), el 71 % promocionó la asignatura (obtuvo una calificación igual o superior a 6 en todas las instancias de evaluación y solo participó de un recuperatorio). El 26 % abandonó la asignatura a lo largo del año. El 1% desaprobó la asignatura participando de todas las instancias de evaluación y el 2% llegó a la instancia de final con la cursada aprobada.

A partir de estas cifras se pueden obtener algunas consideraciones que nos permitirán elaborar estrategias didácticas a fin de mejorar las trayectorias educativas de los alumnos en esta asignatura.

El porcentaje de estudiantes que promocionó la asignatura en forma directa se elevó ligeramente, pues el promedio de estos cursos en modalidad presencial ronda entre el 60% y el 65%. Sin embargo, el abandono se incrementó significativamente mientras el porcentaje de reprobados y/o estudiantes que debían rendir final disminuyó drásticamente. Una conclusión preliminar, nos podría llevar a pensar (se carece de información empírica debido a que la mayoría de los estudiantes que abandonaron la asignatura no respondieron a los intentos de contacto por parte de las docentes a fin de recuperar la relación educativa) que aquellos estudiantes que encontraron dificultades tecnológicas, metodológicas o académicas, ante la falta de acompañamiento cara-a-cara de las docentes dejaron de cursar. Mientras que, en los cursos presenciales de años anteriores, los estudiantes con estas dificultades, acompañados cara-a-cara por las docentes, continuaban cursando la asignatura y aprobaban la cursada, accediendo a la instancia de evaluación final.

Debemos considerar también que, producto a la falta de alfabetización universitaria, la situación de examen final virtual, instancia de evaluación completamente desconocida, genera en los alumnos ciertas dificultades e inseguridades por las cuales intentan evitarla, optando así por abandonar la materia frente a resultados adversos en las instancias de evaluación durante la cursada. Situación difícil de remontar en entornos impersonales de completa virtualidad, pues para sostener los vínculos entre docente-estudiante y estudiante-estudiante a fin de dar continuidad a los diversos trayectos educativos es necesario reconfigurar las experiencias y percepciones, creando espacios de acompañamiento, transformando la evaluación en una instancia de acompañamiento académico en lugar de ser solo instancias de evaluación y acreditación.

Aportes de la modalidad híbrida al aula de la postpandemia

A partir de estas primeras experiencias podemos permitirnos pensar cuales serían los beneficios de avanzar en proyectos educativos de carácter híbrido.

La utilización de los entornos virtuales como soporte para el proceso de aprendizaje nos permite a los docentes pensar las clases como espacios de profundización de los conocimientos adquiridos abandonando la tradicional clase expositiva - teórica. La posibilidad de contar con el material bibliográfico en las plataformas de fácil acceso para los alumnos, además de recursos tales como videos de clases y material audiovisual complementario, nos otorgaría la libertad de planificar clases en las cuales se desarrollen actividades que apunten a la reflexión crítica de aquellas problemáticas abordadas.

En estos contextos, la programación de una cursada pautando encuentros presenciales con los alumnos podría resolver aquellas situaciones problemáticas que requerían de un contacto más estrecho e inmediato con el alumno, fortalecer las relaciones interpersonales para poder realizar un acompañamiento más cercano.

Considerando el entorno de información y multiplicidad de saberes que generan nuevos lenguajes y sensibilidades en el cual se insertan hoy los sistemas educativos, se torna necesario redefinirlos con la intención de formar ciudadanos capaces de desarrollarse en ese contexto. La diagramación de modelos de educación híbrida estaría en

sintonía con los nuevos modelos de circulación de saberes, incorporando las tecnologías y experiencias que a partir de ellas surgen de una manera crítica y reflexiva. (Barbero, 2002)

## Conclusiones

La experiencia con los cursos nos ha llevado a reflexionar acerca de la importancia de considerar en todo momento los sujetos hacia los cuales están dirigidas las estrategias de transmisión y construcción del conocimiento. Suponer que se trata de un grupo de nativos digitales que rápidamente comprenderán la dinámica de la educación virtual es reducirlos a una homogeneidad que en la realidad no es tal. La pandemia ha resultado también una oportunidad para aquellos que en condiciones presenciales tenían dificultades de llevar adelante una cursada, para comenzar o retomar sus estudios. Esta heterogeneidad vuelve imprescindible construir un entorno educativo virtual simple y claro para el desarrollo de las clases, que desde un primer momento intente equiparar las diferencias de acceso a la tecnología que podrían existir entre los alumnos.

La virtualización forzada permitió un acercamiento definitivo al uso de las TIC y la incorporación de recursos, tales como medios audiovisuales, para construir la dinámica didáctica de la clase. Si bien en la presencialidad era posible hacerlo requería de condiciones iniciales que lo hicieran posible, como la disponibilidad de estos materiales en el aula.

En el entorno educativo en que hoy trabajamos tenemos la posibilidad de compartir al momento el recurso y hacerlo parte de la propuesta pedagógica. Sin embargo, es fundamental que el mismo sea utilizado de manera significativa, con un objetivo específico en la construcción del conocimiento convirtiéndose así en un soporte del proceso de enseñanza. De no ser en este sentido, solo estaríamos llevando a cabo la mera digitalización del material de estudio

La incorporación de estos materiales (videos, wikis, infografías interactivas, entre otros) brinda la posibilidad de fomentar la comprensión reflexiva, el debate y la argumentación, permitiendo además utilizar lenguajes con los cuales los alumnos puedan sentirse identificados y de esta manera más implicados en el proceso de aprendizaje.

## Referencias

- Augé M. (1992). Los no lugares. Espacios del anonimato. Ed GEDISA
- Barbero, J.M. (2002). " Jóvenes, comunicación e identidad". Pesar Ibero América. Revista de cultura (Núm. 10) p. 1.
- Böhm Carre F. y Lucero A. (2018). "La alfabetización universitaria y el contacto con las fuentes de información, claves para el aprendizaje en la universidad". Educare, (Vol. 22, Nº. 2), pp. 1-27. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6575263>
- Centurion M. (2020) "Educar en tiempos de pandemia. El caso del Instituto D-207 San Isidro Labrador" en Liliana Abrate et al., Aprendizajes y prácticas educativas en las actuales condiciones de época: COVID-19, compilado por Lucía Beltramino. 1a ed. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades. Libro digital, PDF. ISBN 978-950-33-1594-1
- COLL, C. (2013). "La educación formal en la nueva ecología del aprendizaje: tendencias, retos y agenda de investigación". en Rodríguez Illera, J. (Comp.) Aprendizaje y educación en la sociedad digital. Barcelona: Universitat de Barcelona. DOI: 10.1344/106.000002060. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/259006556\\_La\\_educacion\\_formal\\_en\\_la\\_nueva\\_ecologia\\_del\\_aprendizaje\\_tendencias\\_retos\\_y\\_agenda\\_de\\_investigacion](https://www.researchgate.net/publication/259006556_La_educacion_formal_en_la_nueva_ecologia_del_aprendizaje_tendencias_retos_y_agenda_de_investigacion)
- Dussel, I. (2011). Aprender y enseñar en la cultura digital. Documento básico del VII Foro Latinoamericano de Educación Fundación Santillana. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL003074.pdf>
- Martí, R., Gisbert, M. y Larraz, V. (2018). "Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje y gestión educativa. Características estratégicas para un diseño eficiente". EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (64). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2018.64.1025>
- Martínez Uribe, C. (2008). La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual. Educación, (17, 33). Recuperado a partir de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/>

view/1532

Rosales Gracia, S., Gómez López, V., Durán Rodríguez, S., Salinas Fregoso, M. y Saldaña Cedillo, S. (2008) Modalidad híbrida y presencial. Comparación de dos modalidades educativas Revista de la Educación Superior, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior Distrito Federal, México, (vol. XXXVII, 4, núm. 148), octubre-diciembre, pp. 23-29. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/604/60416038002.pdf>

# Actualización del Programa de Tutorías de Pares de la UTN - FRFSF y estrategias de implementación en la virtualidad

## UTN-FRSF: Update of the Peer Tutoring Program and online learning strategies

Presentación: 27/09/2021

### Juan José Bolaño

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
jjbolano@frsf.utn.edu.ar

### Eliana Noelia Femia

UTN Facultad Regional Santa Fe – Argentina  
efemia@frsf.utn.edu.ar

### Virginia Heritier

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
vheritier@frsf.utn.edu.ar

### Román Rafael Llorens

UTN Facultad Regional Santa Fe – Argentina  
rlllorens@frsf.utn.edu.ar

## Resumen

El Programa de Tutorías de Pares de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, comenzó a implementarse en el año 2003 y se fue consolidando a lo largo del tiempo. En virtud de su crecimiento y los cambios en las metodologías y procedimientos de su funcionamiento, fue necesario actualizar las reglamentaciones que avalan y legitiman dicho programa.

En el presente trabajo se sintetizan los puntos distintivos de la Resolución de Consejo Directivo de la FRFSF que aprueba la mencionada actualización, junto a algunos indicadores estadísticos que muestran la eficiencia y conformidad del estudiantado con el programa.

A su vez, se describen las diferentes estrategias implementadas ante la situación de emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19 para continuar con las actividades tutoriales bajo la modalidad virtual.

**Palabras clave:** Tutorías de Pares; Actualización; Estrategias; Virtualidad.

## Abstract

The Pair tutoring Program at Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, came into effect in the year 2003 and was strengthened over time. Due to its growth and to the changes in methodology and functioning procedures, it was necessary to update the rules that support and legitimate this program.

The present work summarizes the main points of the Directing Council Resolution of Facultad Regional Santa Fe approving this updating, together with some statistical indicators that show the efficiency and conformity of the students with the Pair Tutorial program (PTP). It also describes the different strategies implemented due to the health emergency conditions caused by Covid-19 pandemic that support the continuation of online learning activities.

**Keywords:** Pair Tutoring; updating; strategies; online learning activities.

## Introducción

Desde su implementación en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN), las Tutorías de Pares disciplinares y motivacionales, han tenido un impacto positivo en la vida académica de nuestra institución, favoreciendo la adaptación a la vida universitaria y el rendimiento del estudiantado del primer y segundo nivel de las carreras que conforman la oferta académica de la FRSF.

De este modo, el proyecto iniciado en el año 2003 se ha afianzado y actualmente es considerado como uno de los principales programas de acompañamiento a estudiantes de la FRSF, constituyendo una herramienta de apoyo disciplinar y social sumamente requerida por el estudiantado de los primeros años.

Entre los principales beneficios del Programa de Tutorías de Pares (PTP) pueden mencionarse los siguientes:

- El acercamiento e integración paulatina entre el plantel docente y el equipo de tutores/as de las asignaturas tutorizadas, coordinando actividades de reconocimiento y seguimiento de estudiantes.
- Para los/as tutores/as, la experiencia es considerada como un primer paso hacia la carrera docente, favoreciendo el desarrollo profesional en esa área.
- Quienes participan de las tutorías se benefician con la modalidad de trabajo en pequeños grupos junto a la guía del tutor/a, ya que la misma favorece una mejor interpretación de los contenidos y la resolución de ejercicios sobre los temas de la asignatura. A su vez, los/as estudiantes tutorizados/as refieren que los/as tutores/as no sólo los ayudan con los contenidos de cada materia, sino que también les brindan consejos sobre cómo organizarse con el estudio, llevar al día las materias y adaptarse a las exigencias de la universidad, en base a sus experiencias.

Año tras año se puede observar que el porcentaje de estudiantes que logra alcanzar la regularidad/promoción en las asignaturas es notablemente mayor en quienes asistieron a tutorías en comparación a quienes no participaron del programa.

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer las actualizaciones implementadas en el PTP de la UTN-FRSF describiendo algunos indicadores de sus resultados y las estrategias que permitieron su desarrollo en la virtualidad, durante la emergencia sanitaria.

## Desarrollo

En relación con la modalidad y metodología en que funcionan las tutorías en la Facultad Regional Santa Fe de la UTN puede mencionarse que las mismas son académicas, disciplinares y motivacionales, en el sentido de que cada tutor/a favorece la reflexión y la metacognición de sus tutorados/as (entendida como el conocimiento y regulación de nuestras propias cogniciones y procesos mentales), a fin de que tengan conciencia real de sus potencialidades y dificultades y logren gestionar su aprendizaje.

Son tutorías grupales, en las cuales se genera un vínculo de confianza entre el/la tutor/a y un grupo reducido de estudiantes, y en donde se trabajan contenidos disciplinares o cuestiones vinculadas a aspectos académicos.

Los/as tutores/as son estudiantes de los niveles superiores que tienen aprobadas las asignaturas del segundo nivel correlativas a la tutorizada.

El rol del tutor/a se basa en complementar la tarea del docente a través de diversas actividades de apoyo para andamiar los procesos de aprendizaje de los grupos de estudiantes a su cargo. A su vez, cada tutor/a debe favorecer la organización personal de los/as estudiantes que tutoriza en relación con sus estudios, así como orientar, acompañar y prestar atención a las dificultades sociales, de aprendizaje y personales que puedan presentar, para intervenir buscando el asesoramiento adecuado.

Es importante que cada tutor/a pueda realizar este acompañamiento respetando los tiempos de cada estudiante. No se trata de resolverles todos los obstáculos, sino de brindarles orientación y contención desde la escucha, promoviendo la libertad en la toma de decisiones, para que puedan lograr un aprendizaje autónomo y reflexivo.

Cabe destacar que en función de las actividades desempeñadas por los/as tutores/as se favorece el desarrollo de competencias tales como: comunicación, manejo de grupos, expresión oral, empatía, pedagogía, trabajo en equipo, liderazgo. A su vez, se crean importantes vínculos con los equipos docentes y se generan antecedentes de experiencia en docencia.

Por otro lado, el procedimiento del PTP consta de las siguientes etapas:

- Inscripción de estudiantes para asistir a tutorías
- Conformación de grupos de alumnos/as para cada tutor/a (2 grupos de 10 estudiantes para cada tutor/a)
- Publicación de los resultados y comienzo de las clases de tutorías
- Seguimiento de tutores/as y control de asistencias, altas y bajas de estudiantes en cada grupo de tutorías.

Y como resultados de las actualizaciones implementadas, durante el año 2021 se aumentó la cantidad de tutores y tutoras de 18 a 22, generando un incremento de comisiones en aproximadamente un 22%. De esta forma, la cantidad de grupos de tutorías aumentó de 36 a 44, lo que a su vez permitió un incremento del 34% en el alcance del PTP respecto al promedio entre los años 2018, 2019 y 2020. Cabe aclarar que el alcance se mide en base a cubrir los lugares disponibles entre todos los grupos.

En la mayoría de los casos, a cada estudiante inscripto/a se le asigna una única tutoría. Sólo se asigna una segunda asignatura para ser tutorizado/a cuando queda alguna vacante disponible en algún grupo.

A continuación se exponen los espacios de tutorías disponibles para cada asignatura y el alcance del Programa de Tutorías de Pares durante el periodo 2018-2021.

<b>Espacios de tutorías disponibles (10 por cada grupo)</b>				
<b>Asignatura</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Física I	100	100	100	100
Álgebra y Geometría Analítica	100	100	100	120
Análisis Matemático I	120	120	120	140
Análisis Matemático II	40	40	40	80
<b>Total</b>	<i>360</i>	<i>360</i>	<i>360</i>	<i>440</i>

Tabla 1: Comparación de los espacios de tutorías disponibles en el periodo 2018-2021

<b>Alcance del Programa de Tutorías de Pares (PTP)</b>				
<b>Ciclo lectivo</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
<b>Estudiantes inscriptos/as</b>	308	334	320	413
<b>Lugares de tutorías disponibles</b>	360	360	360	440
<b>Lugares cubiertos</b>	309 (86%)	323 (90%)	302 (84%)	418 (95%)
<b>Alcance promedio</b>	311			418
<b>Incremento en el alcance del PTP</b>				<b>34%</b>

Tabla 2: Alcance del PTP en el periodo 2018-2021

Finalmente, producto de la pandemia del COVID-19 debieron realizarse adaptaciones al PTP a fin de permitir su desarrollo bajo la modalidad virtual. En este sentido, desde el equipo coordinador se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Gestión de permisos ante la Subsecretaría de TIC's para que los y las tutores/as puedan dictar clases virtuales a través de la plataforma Microsoft Teams.
- Adquisición de pizarras digitales para favorecer el desarrollo de clases de tutorías.
- Acompañamiento y orientación al equipo de tutores/as para revisar estrategias y recursos didácticos posibles de utilizar en la virtualidad y para resolver los obstáculos y dificultades que se les pudieran presentar.

Al finalizar el primer cuatrimestre del corriente año, se envió a cada estudiante inscripto/a a tutorías una encuesta con el objetivo de recabar información respecto a: la conformidad con el PTP, el desempeño de cada tutor/a y su situación en la asignatura tutorizada. La encuesta fue respondida por 246 estudiantes, quienes manifestaron la siguiente situación académica en relación con el acceso al 1er parcial de las asignaturas tutorizadas:

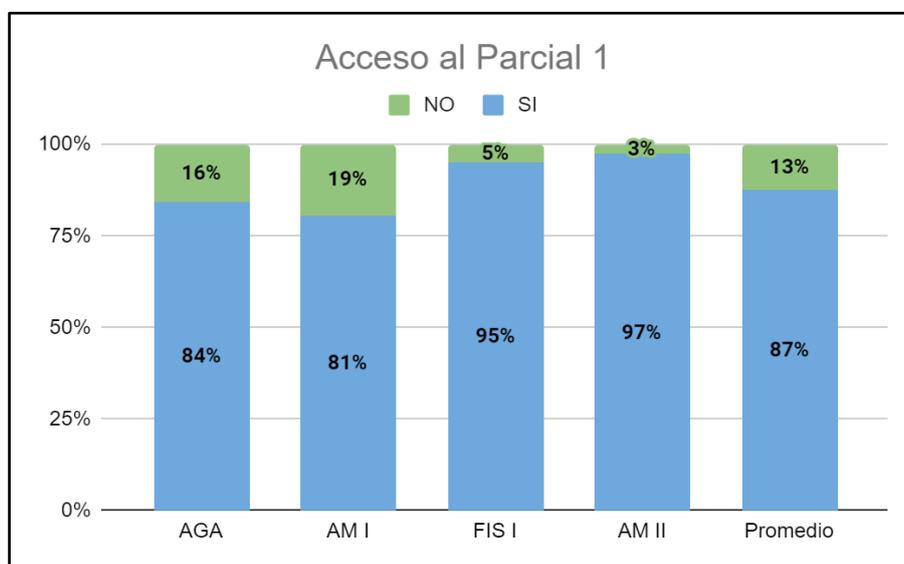


Gráfico 1: Porcentaje de estudiantes tutorizados en 2021 que accedieron al primer parcial

Como puede observarse, el porcentaje de respuestas positivas es mayor al 80% en todos los casos siendo este resultado más que satisfactorio.

## Conclusiones

Las Tutorías de Pares en la UTN-FRSF se han consolidado como uno de los principales programas de acompañamiento a estudiantes. Desde sus comienzos en el año 2003, se han constituido como un espacio de apoyo disciplinar y social sumamente requerido por el estudiantado de la UTN Santa Fe.

Como principales logros obtenidos hasta el momento pueden mencionarse los siguientes:

- Incremento en la cantidad de Tutores/as Pares y en los espacios disponibles para las diferentes tutorías.
- Actualización y mejora de los montos de becas para cada tutor/a a través de los producidos propios de la Facultad.
- Mayor articulación entre docentes y tutores/as.
- Se afianzó en la comunidad universitaria el conocimiento sobre las características y resultados del PTP.
- Se optimizó el registro y la sistematización de la información del PTP para la posterior obtención de indicadores y elaboración de informes de resultados.
- La compra de pizarras digitales favoreció el desarrollo de clases de tutorías durante la pandemia.

Finalmente, como orientaciones futuras se plantean las siguientes:

- Implementar nuevas capacitaciones para tutores/as.
- Ampliar el PTP para las materias Química General y Física II, para atender las necesidades y demandas del estudiantado

## Referencias

Rodríguez Espinar, S. (coord.): Manual de tutoría universitaria. Recursos para la acción. Ediciones Octaedro, S.L. (2012).

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Resolución de Consejo Académico N° 567/05: Programa Tutoría de Pares Académicas y Disciplinarias,

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Resolución de Consejo Directivo N° 414/2021: Actualización del Programa de Tutorías de Pares de la UTN - FRSF.

# Accesibilidad académica y recursos didácticos en tiempos de virtualidad

## Teaching accessibility and didactic resources in times of online learning

Presentación: 27/09/2021

### **Aldana Tibaldo**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
[atibaldo@frsf.utn.edu.ar](mailto:atibaldo@frsf.utn.edu.ar)

### **Virginia Heritier**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
[vheritier@frsf.utn.edu.ar](mailto:vheritier@frsf.utn.edu.ar)

### **Román Rafael Llorens**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
[rlllorens@frsf.utn.edu.ar](mailto:rlllorens@frsf.utn.edu.ar)

### **Alfonso Gimenez Uribe**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
[agimenezuribe@frsf.utn.edu.ar](mailto:agimenezuribe@frsf.utn.edu.ar)

### **María Sol Tomatis**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
[stomatis@frsf.utn.edu.ar](mailto:stomatis@frsf.utn.edu.ar)

## **Resumen**

La pandemia del COVID-19 generó profundas transformaciones en la sociedad mundial. El aislamiento social obligó a la virtualización de las prácticas cotidianas en los diferentes ámbitos de la vida en sociedad. En las universidades, debimos enfrentar diversos desafíos para adaptar las metodologías de enseñanza y evaluación de los aprendizajes a la modalidad virtual y para garantizar la accesibilidad académica a todos los y las estudiantes.

En este trabajo se presentan algunas acciones implementadas en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional a fin de favorecer la accesibilidad a las actividades de enseñanza con la utilización de los recursos tecnológicos y, en particular, se describen las estrategias didácticas utilizadas en la asignatura Análisis Matemático I para que el estudiantado pueda acceder y afianzar los contenidos.

**Palabras clave:** Accesibilidad. Virtualidad. Recursos didácticos.

## **Abstract**

Covid 19 pandemic generated deep changes in the world society. Social isolation forced people to online daily practices in the different areas of life in society.

At the University, we had to face great challenges to adapt teaching methodologies and learning evaluation processes to the online learning activities and, also to guarantee learning access to every student.

This work presents some of the actions implemented at Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional aimed at facilitating access to learning activities with the use of technological resources and particularly, describes the teaching strategies used in Mathematical Analysis I to let students access and reinforce contents.

**Keywords:** Accessibility; online learning; teaching resources.

## Introducción

La emergencia sanitaria, frente a la pandemia del COVID-19, produjo cambios radicales en la sociedad en general y en la comunidad educativa en particular. Las condiciones sociales, familiares y educativas debieron adaptarse a la nueva realidad desde el año 2020. A partir de la decisión de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de garantizar la continuidad del calendario académico y el proceso de enseñanza - aprendizaje, desde la Subsecretaría de Bienestar Estudiantil de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) se implementaron diferentes medidas de contención y acompañamiento a estudiantes, a fin de atender y dar respuesta a las situaciones que pudieran presentarse en dichas circunstancias.

En tal sentido, como herramienta para conocer la situación del estudiantado en diferentes aspectos, se implementaron las Encuestas de Seguimiento Estudiantil, con el objetivo de recabar información sobre el cursado virtual, el nivel de motivación, las mesas de exámenes finales, el lugar de residencia y las principales dificultades presentadas durante la virtualidad. Los resultados obtenidos a partir de las distintas encuestas fueron compartidos con las autoridades, directores y docentes de los Departamentos de Enseñanza a fin de que permitan tomar decisiones y arbitrar los recursos y medios disponibles para garantizar la accesibilidad académica.

También se implementaron diversos Programas de Acompañamiento en la virtualidad: Plan Único de Contención Académica (Res. UTN 458/2020), Tutorías motivacionales, entre otros.

Las principales dificultades se presentaron en los/as estudiantes de los primeros niveles ya que, a las comúnmente asociadas al ingreso a la universidad: como la adaptación a un ámbito nuevo y desconocido, la revisión de hábitos adquiridos hasta el momento, el desafío de lograr autonomía y responsabilidad, establecer nuevos vínculos y desarrollar habilidades y competencias necesarias para la formación universitaria, se le sumaron las de hacerlo en la virtualidad, con obstáculos que impactaron negativamente en el seguimiento de las asignaturas, llevando a algunos estudiantes a abandonar el cursado, con la esperanza de poder hacerlo de manera presencial a la brevedad. De esta forma, en un gran porcentaje de ingresantes y estudiantes de los primeros años, el proceso de enseñanza aprendizaje se vio interrumpido.

Siguiendo a Laitano (2015), la accesibilidad académica puede definirse como una cualidad o un conjunto de características que garantizan el derecho a la educación, valorando la diversidad y la plena participación de las personas, suprimiendo las barreras de índole físico y comunicacional, actitudinal o simbólicas y metodológicas que se ponen de manifiesto en el proceso de enseñanza aprendizaje. Si bien en los años previos a la pandemia se hicieron importantes avances en la modalidad presencial para favorecer la accesibilidad académica, no ocurrió lo mismo con la modalidad virtual. Por tal motivo, como afirma López (2018: 225-244), la accesibilidad académica es un concepto en construcción ya que desde la última década se suman aportes, se meditan nuevas perspectivas y se analizan dificultades en la educación superior virtual.

En el ámbito académico, se debieron establecer estrategias que propicien el aprendizaje de los contenidos y que favorezcan la aprobación de la cursada para el estudiantado. Los docentes se enfrentaron al desafío de utilizar la TICs como recursos didácticos.

En el presente trabajo, enmarcado en el PID TEUTIFE0007688TC denominado “*Análisis de las Políticas de Accesibilidad en Carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe*”, se describirá una experiencia implementada en la cátedra Análisis Matemático I de la UTN-FRSF que permitió refinar los niveles de comprensión y motivar a los estudiantes para que sean partícipes de su propio aprendizaje.

## Desarrollo

La experiencia surgió a partir de las dificultades del estudiantado para aprobar la cursada de la asignatura Análisis Matemático I (AMI) durante el año 2020. La misma forma parte del ciclo básico de las carreras de ingeniería que se dictan en la Universidad Tecnológica Nacional. A fin de que los y las estudiantes que se inscribieron a cursar en el año 2020 pero no alcanzaron a aprobar la cursada puedan acceder al examen final de la asignatura se brindó un curso intensivo durante los meses de febrero y marzo del corriente año, para que los mismos puedan acceder, compartir y afianzar los contenidos, mediante la aplicación de diferentes estrategias didácticas.

Dicho curso se realizó en el marco del Plan Único de Contención Académica (PUCA), aprobado por Resolución del Rectorado de la UTN N° 458/2020, con diversas líneas de acción tendientes a favorecer la accesibilidad y una educación inclusiva en el contexto de la pandemia.

37 estudiantes manifestaron interés por inscribirse a este curso, de los cuales 29 finalmente se inscribieron y cursaron bajo la modalidad virtual. Para el desarrollo de los contenidos del Cálculo Diferencial se consideró como estrategia didáctica el uso de Mini Unidades de Aprendizaje (MUA). La experiencia consistió en invertir el tiempo de instrucción directa del contenido por parte del docente al momento en que el estudiante no se encuentra asistiendo a la clase sincrónica. De esta forma, los estudiantes debieron hacer uso de los contenidos teóricos de cada MUA, realizar la actividad propuesta y consultar sincrónica y asincrónicamente al docente. Luego, durante las clases sincrónicas se repasaron los contenidos y se resolvieron problemas similares.

Bajo esta modalidad, los estudiantes realizaron actividades de aplicación de los contenidos de la asignatura mientras que los docentes pudieron identificar las dificultades de aprendizaje y comprensión que los mismos presentaban. A su vez, se revisaron los nuevos conceptos, agregando y consolidando los conocimientos. De este modo, durante el proceso de enseñanza aprendizaje los alumnos recibieron la retroalimentación por parte de los docentes que los guiaron, con instancias de consultas sincrónicas y asincrónicas, supervisando su tarea.

Generalmente, el estudiantado presenta dificultades para reflexionar sobre los conceptos dados y transferirlos a situaciones nuevas, ya que suelen resolver los problemas de manera mecánica y repetitiva. Además, no logran relacionar e integrar los diversos contenidos temáticos. Frente a esto, es importante considerar el concepto de aprendizaje significativo y destacar que el uso de las MUA en experiencias anteriores permitió lograr mejoras en los niveles de comprensión ya que propiciaron el aprendizaje de un contenido central de la asignatura motivando a los alumnos y favoreciendo la comprensión del tópico dado.

Según Blythe (1999), comprender es desempeñarse de un modo flexible en un área de conocimiento, incumbe a la capacidad de hacer con un tópico una variedad de cosas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar y dar ejemplos, generalizar, establecer analogías y volver a presentar el tópico de una manera nueva. Su utilización contribuye a la comprensión conceptual, las representaciones y conexiones múltiples, la modelización y la resolución de problemas.

Consideramos que la experiencia realizada durante el curso intensivo de AMI ha sido un ejemplo concreto de una actividad que favoreció la accesibilidad académica en el contexto de pandemia ya que:

- desde la cátedra se propiciaron acciones que promovieron la utilización de conceptos y la realización de prácticas inclusivas incentivando la participación plena de los alumnos. Los mismos, trabajaron colaborativamente interactuando entre sí y con los docentes y tuvieron a disposición los recursos didácticos en el Campus virtual de la UTN FRSF, desarrollada sobre la herramienta de gestión de aprendizaje Moodle, y en el equipo de Microsoft Teams creado para el curso.
- El equipo del personal técnico de la Subsecretaría de TIC's de la Facultad Regional Santa Fe brindó soporte técnico permanente a estudiantes y docentes del curso. Se les creó a cada integrante de la FRSF una cuenta de dominio para acceder a las aplicaciones de Microsoft Office 365. Se brindaron capacitaciones a los docentes para que puedan utilizar las plataformas institucionales para el dictado de clases y la toma de evaluaciones y se crearon tutoriales para los estudiantes y demás usuarios.

- Los docentes facilitaron la posibilidad de consultas sincrónicas y asincrónicas permanentes mediante correo electrónico vía campus virtual, el chat o las videollamadas del equipo de Teams, lo cual favoreció la información y comunicación con los estudiantes.
- Los docentes alentaron constantemente la participación de los alumnos en las clases teóricas-prácticas y en los espacios de consultas.
- Las clases teórico-prácticas se realizaron mediante videoconferencias grabadas de forma tal que, si algún estudiante no podía asistir en forma sincrónica, disponía de las grabaciones para acceder a ellas en el momento que lo requiera. Esto ha sido valorado de manera positiva por el estudiantado en general.
- En el afán de colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que los conocimientos sean accedidos y aprehendidos por los estudiantes se abordó la temática con interpretación de la derivada mediante la MUA. En este sentido, la utilización de las herramientas TICs, propiciaron el aprendizaje centrado en el alumno. Se consideró como estrategia didáctica el uso de la MUA para el desarrollo de contenidos del Cálculo Diferencial, utilizando las posibilidades didácticas de la categoría tecnológica con intención de innovar y ayudar a los alumnos en el acceso al aprendizaje y la adquisición de autonomía.
- Además de los espacios del curso, los estudiantes que cursaron se vieron beneficiados por el Programa de Tutores Pares (PTP), en el marco del cual se les brindaron clases de apoyo extras a cargo de estudiantes avanzados para favorecer la accesibilidad de los alumnos a los contenidos.

El uso de la MUA como estrategia didáctica permitió que el alumno acceda al desarrollo de las competencias relacionadas con el comprender e interpretar documentos relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación, acceder a los sistemas de información digitales y desarrollar habilidades y destrezas en el manejo de las herramientas informáticas, comprendiendo su aplicación según su saber específico.

La MUA cuenta con un claro marco teórico de referencia, “Complemento Teórico” y facilita la participación del alumno, proponiendo una serie de pasos para abordarlo “Instrucciones”, que pueden ser utilizados en la resolución de problemas similares a la propuesta. Incluye contenidos ordenados y secuenciados que permiten guiar a los alumnos a apropiarse de los conceptos. Se parte desde una “Introducción”, luego se menciona el “Objetivo” de la actividad, el desarrollo de los contenidos teóricos, las “Instrucciones” que fundamentan una situación problemática estática y luego dinámica, concluyendo con la resolución del problema, como modelo objetivo para la resolución de otras situaciones problemáticas (Casco et al, 2018). <https://n9.cl/wust>

La utilización de la MUA resultó una estrategia motivacional, pues potencia la percepción visual y geométrica de los conceptos, facilitando con ello su comprensión y que permitió la representación de imágenes dinámicas que facilitan la visualización del concepto y la resolución de problemas.

En cuanto a los resultados de la experiencia, cabe mencionar que los 29 alumnos inscriptos tuvieron un porcentaje de asistencia del 83%, buena participación en clases, resolviendo ejercicios al mismo tiempo que el docente con cámaras y micrófonos encendidos, un grado satisfactorio de cumplimiento de tareas y buena predisposición a resolverlas, lo cual fue consolidando sus conocimientos previos de manera gradual.

El material didáctico representó un recurso accesible e importante de consulta para los alumnos. Este proceso facilitó la aprehensión de los contenidos de la asignatura y permitió que un 68% de ellos alcance la aprobación del curso con notas superiores a 60 puntos en los tres trabajos prácticos que se dieron como instancia de evaluación. Los mismos se realizaron a través del Campus Virtual, y su nota mínima de aprobación debía ser del 40% pudiendo recuperar uno de ellos. La evolución de la aprobación de los TPs fue la siguiente:

TP	Rindieron	Aprobaron
1	27 alumnos	24 alumnos
2	26 alumnos	15 alumnos
3	22 alumnos	19 alumnos

Tabla 1 – Aprobación de alumnos en trabajos prácticos.

Al finalizar el curso, los alumnos que no habían alcanzado la aprobación de los TPs, realizaron un recuperatorio y 20 de ellos lograron la aprobación total de los TPs. Por lo tanto, luego de las distintas instancias y como resultado de la evaluación continua alrededor del 70% aprobó la cursada de la asignatura. Es así como, alumnos y docentes, comprometidos realizaron las acciones necesarias y facilitaron los medios para favorecer la accesibilidad académica a pesar de las condiciones del contexto de pandemia.

<b>Alumnos que completaron el curso</b>	<b>29 (78.4%)</b>
<b>Alumnos que no completaron el curso</b>	8 (Índice de deserción: 21.6%)
<b>Aprobados</b>	<b>20 (69%)</b>
<b>No aprobados</b>	9 (31%)

Tabla 2 - Resultados del curso intensivo de AMI en el marco del PUCA

## Conclusiones

En el presente trabajo, se describió una experiencia implementada en la cátedra Análisis Matemático I de la UTN-FRSF para que, en el contexto de la emergencia sanitaria producto de la pandemia del COVID-19, estudiantes que durante el año 2020 no lograron aprobar la cursada, pudieran adquirir los conocimientos mínimos para regularizar la asignatura y poder acceder al examen final. La actividad consistió en un curso intensivo, que utilizando Mini Unidades de Aprendizaje (MUA) para el desarrollo de los contenidos de Cálculo Diferencial, permitió mejorar los niveles de comprensión y motivar a los estudiantes para que sean partícipes de su propio aprendizaje.

La accesibilidad fue garantizada por la institución y por la cátedra. Los docentes contribuyeron especialmente mediante lo actitudinal, la información y comunicación y la implementación de recursos mediados por la tecnología, logrando que los alumnos se sientan acompañados, motivados y posean la información disponible en todo momento, mediante las clases sincrónicas y asincrónicas.

Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios pues demostraron que, si bien el uso de softwares es una exigencia curricular, la utilización de la MUA fue revalorizada, no sólo como herramienta para resolver cálculos sino como motivador del aprendizaje y favorecedor de la comprensión. Si se pretende que los estudiantes piensen por sí mismos o lleguen a ser capaces de aplicar lo que saben apropiada y creativamente, el proceso de aprendizaje debe implicarlos, precisamente, en este tipo de pensamiento activo.

## Referencias

- Blythe, T. (1999). "La enseñanza para la comprensión: Guía para el docente". Paidós. Argentina
- Casco, E.; De Santis, E.; Rodríguez, M.E.; Pastorelli, S. (2018). "Evaluación de Proyectos Propuestos por Alumnos de la UTN FRSF en el Tópico 'Razón de Cambio' y su Relación con Objetos de Aprendizajes". XXI Encuentro Nacional y XIII Encuentro Internacional de Educación Matemática en carreras de Ingeniería (EMCI), 107.
- Laitano, M.I. (2015). "Accesibilidad web en el espacio universitario público argentino". Revista Española de Documentación Científica, 38 (1): e079, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2015.1.1136>
- López, A. (2018). "Accesibilidad académica en la educación superior virtual". En E. Alvarenga (Comp.), Las mil caras de la Universidad (pp. 225-244). Buenos Aires: Dunken.
- Universidad Tecnológica Nacional (2020). Resolución del Rectorado N° 458: "Plan Único de Contención Académica".  
<https://campusvirtual.frsf.utn.edu.ar/course/view.php?id=4798>  
<https://n9.cl/wust>

# De la presencialidad a la virtualidad: Experiencias innovadoras en Ingeniería y Sociedad en UTN FRA en tiempos de pandemia.

## From face-to-face to virtuality: Innovative experiences in Engineering and Society at UTN FRA in times of pandemic.

### **Karina Ferrando**

UTN FRA "Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda". República Argentina  
kferrando@fra.utn.edu.ar

### **Olga Páez**

UTN FRA "Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda". República Argentina  
opaez@fra.utn.edu.ar

### **Jorge Forno**

UTN FRA "Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda". República Argentina  
jforno@gmail.com

## **Resumen**

Frente a la emergencia sanitaria, la educación online se convirtió en la única opción viable para dar continuidad a los procesos formativos en todos los niveles. Al mismo tiempo surgen nuevos enfoques respecto de la formación de ingenieros, como el aprendizaje activo, centrado en el estudiante y basado en competencias. En este escenario, desde Ingeniería y Sociedad de Facultad Regional Avellaneda, implementamos nuevas estrategias para fortalecer el proyecto pedagógico buscando formar ingenieros capaces de aplicar el conocimiento científico-tecnológico teniendo en cuenta el entorno social y los problemas para los cuales se diseñan soluciones ingenieriles. Es una asignatura obligatoria cursada en primer año de todas las terminales. Este trabajo presenta nuestra experiencia de cátedra a partir del diseño de actividades innovadoras que fomentan la interacción y reflexión conjunta de los contenidos abordados, sin descuidar el registro de cómo se van construyendo los distintos aprendizajes como parte del proceso de evaluación formativa.

**Palabras clave:** Enseñanza de la ingeniería. Innovación educativa. Aprendizaje basado en competencias. Aprendizaje activo centrado en el estudiante. Evaluación formativa.

## **Abstract**

Faced with the health emergency, online education became the only viable option to give continuity to training processes at all levels. At the same time, new approaches to engineering training are emerging, such as active, student-centred and competency-based learning. In this scenario, from Engineering and Society of Avellaneda Regional Faculty, we implement new strategies to strengthen the pedagogical project seeking to train engineers capable of applying scientific-technological knowledge taking into account the social environment and the problems for which engineering solutions are designed. It is a compulsory subject taken in the first year of all terminals. This paper presents our teaching experience based on the design of innovative activities that encourage interaction and joint reflection of the contents addressed, without neglecting the record of how the different learnings are built as part of the formative evaluation process.

**Keywords:** Engineering teaching. Educational innovation. Competency-based learning. Active student-centered learning. Formative assessment.

## Introducción

Durante el contexto de emergencia sanitaria en Ingeniería y Sociedad en UTN FRA se ha modificado la práctica docente, desarrollando diversas estrategias de enseñanza- aprendizaje en el aula virtual, algunas diferentes de las ejercidas en los cursos presenciales dado el entorno virtual disponible. Como describe Maggio (2021:35) los estudios que circulan respecto de lo sucedido a partir de entonces muestran que la mayor parte del cuerpo docente aprendió a usar las plataformas tecnológicas, mantuvo el contacto con los estudiantes, formuló propuestas, desarrolló materiales, hizo encuentros en vivo, envió actividades y evaluaciones, y las corrigió. En el trayecto se aprendió mucho más que a usar plataformas tecnológicas para enseñar y aprender. Para la mayoría del estudiantado el acceso a estas propuestas educativas no fue homogéneo. Además de pensar en la nueva modalidad, también tuvimos que pensar en que no había paridad en el acceso a dispositivos y conexión. Las actividades, diseñadas para trabajar en el aula virtual del campus de la Universidad, complementan distintas propuestas sincrónicas y asincrónicas, que resultan desafíos dinámicos y afines a la propuesta pedagógica que tiene la asignatura desde esta nueva modalidad. Siguiendo el enfoque educativo basado en competencias y centrado en el estudiante se realizaron actividades didácticas de diversas características orientadas al proceso de evaluación formativa desde el primer día de clases. Este trabajo se inscribe en el marco del PID UTNIFN7736 “Formación inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas: aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC” (2020-2022). En primer lugar, se detallan los aspectos centrales de la asignatura, del enfoque educativo, de la metodología de enseñanza y el tipo de evaluación llevada a cabo. A continuación, se describen algunas de las experiencias didácticas que se han realizado en 2020 y 2021. Finalmente se presentan a modo de conclusiones las reflexiones acerca de los procesos de mejora experimentados al llevar adelante la propuesta didáctica de la asignatura en modalidad virtual.

Ingeniería y Sociedad. Enfoque teórico metodológico

La asignatura Ingeniería y Sociedad es de primer año, de carácter anual. Es de cursada obligatoria para todas las especialidades de ingeniería. La organización de sus contenidos se realiza dentro del campo interdisciplinario de los Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología desde el que se contextualiza el conocimiento científico y tecnológico de modo histórico social. Según Acevedo Diaz (2009:36) “la perspectiva CTS permite ir más allá del mero conocimiento académico de la ciencia y la tecnología, preocupándose por los problemas sociales relacionados con lo científico y lo tecnológico, favoreciendo la construcción de actitudes, valores y normas de conducta en relación con estas cuestiones y atendiendo a la formación del alumnado para tomar decisiones con fundamento y actuar responsablemente —individual y colectivamente— en la sociedad.”

Desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) se promueve una formación integradora enfocada en estudiantes y en el desarrollo de competencias a nivel regional, continental que busca un graduado que sepa hacer y sepa ser, con competencias tecnológicas, políticas, sociales y actitudinales. En el Libro Rojo (2018:21) se mencionan las competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso, y se incluyen competencias tecnológicas y competencias sociales, políticas y actitudinales; entre ellas refieren a desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, comunicarse con efectividad, actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global, aprender en forma continua y autónoma y actuar con espíritu emprendedor. Según Cukierman (2018:2) el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE) el foco está puesto en lo que el estudiante hace para aprender y el profesor es el guía o “facilitador” ya que, desde su conocimiento y experiencia, tanto de su papel docente como de la disciplina de que se trate, configura las estrategias y acciones necesarias para que sea el alumno el que construya el conocimiento. De acuerdo a la formación basada en competencias y centrada en el estudiante, la propuesta pedagógica de la asignatura, consiste en presentar diferentes instrumentos para evaluar conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Evaluación formativa

El régimen de evaluación de la asignatura es de carácter formativo y por eso tiene en cuenta varios aspectos para la definición de cada calificación numérica como: Participación en los diferentes espacios de comunicación tanto sincrónicos (encuentros) como asincrónicos (mail) En la modalidad virtual este criterio, si bien se lleva un registro, se considerará el caso de estudiantes que no disponen de conexión o dispositivos de uso personal para tener una participación activa en las instancias ofrecidas, no obstante se espera la comunicación por mail como una alternativa asincrónica. Presentación en tiempo y forma de los trabajos prácticos (se realizará uno integrador al finalizar cada

unidad temática -4 en total- y luego 2 por Unidad, según la temática abordada y el tipo de propuesta pedagógica sugerida). Durante el año se definirán tres calificaciones numéricas que surgirán a partir de: Instancias de evaluación teórica (se tomarán dos Globalizadores, uno cada dos unidades teóricas trabajadas). La última calificación surge de un Trabajo Integrador Individual, cuyo desarrollo se hará al finalizar la cursada respondiendo a una consigna específica. Para ello les pedimos que vayan armando una carpeta con todas las tareas y cada devolución que recibieron por parte del equipo docente.

La evaluación constituye un complejo proceso, continuo, que se inicia desde el primer día al iniciar la cursada de la asignatura hasta el último día, es integral, ya que comprende aspectos de índole intelectual, social, afectiva, motriz de los estudiantes; así como condiciones del entorno socioeconómico y cultural en el que está inserto, es flexible, se observa, recoge y analiza información significativa, respecto de las posibilidades, necesidades y logros de estudiantes, con el fin de reflexionar, emitir juicios de valor y tomar decisiones pertinentes y oportunas para el mejoramiento de sus aprendizajes, requiere de sistematización, organización y planificación en la utilización de técnicas e instrumentos válidos y confiables para la obtención de información pertinente y relevante sobre las necesidades y logros de los estudiantes, como de acopio de información ocasional que coadyuve en este proceso. Durante el proceso de evaluación intervienen el docente que guía, propone, evalúa el mismo estudiante, que construye, reflexiona, es consciente de su propio proceso de aprendizaje, puede modificar estrategias y adaptarse, y a su vez co-evalúa a sus pares y construye saberes de manera colectiva. La función pedagógica de la Evaluación permite identificar las capacidades de los alumnos, sus conocimientos y competencias; sus actitudes y vivencias valorativas; sus estilos de aprendizaje, sus hábitos de estudio. Favorece la autonomía de los alumnos y su autoconciencia respecto a cómo aprende, piensa, atiende y actúa. En la modalidad virtual la evaluación de tipo formativa, es estratégica, se resalta la importancia del proceso, el poder observar e identificar los probables obstáculos que surgen, así como el poder materializar diferentes estrategias didácticas para superarlos in situ es una gran ventaja. Según Pimienta Prieto (2012:54): esta evaluación consiste en la valoración continua del aprendizaje, pero también en la revisión del proceso de enseñanza. Con este tipo de evaluación se retroalimenta a los estudiantes de forma paralela y continua durante el transcurso del proceso de aprendizaje. De esta forma, en el preciso momento en que se detectan las disfunciones, es posible administrar los “remedios” necesarios y no esperar al final, para simplemente comunicar al alumno que no aprobó el curso.

La evaluación de competencias es el proceso por medio del cual un evaluador obtiene y analiza las evidencias de una persona con base en una norma de competencia, para emitir el juicio de competente o aún no competente. Los aportes que las asignaturas realizan al desarrollo de las competencias y a los resultados de aprendizaje pueden ser observados a través de las evidencias. Las mismas deben estar relacionadas directamente con los resultados de aprendizaje que se evalúan. A su vez, deben permitir observar el desempeño del estudiante. Las evidencias pueden documentarse y son de utilidad para demostrar conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas.

#### Experiencias innovadoras

Para llevar adelante el dictado de la asignatura en la modalidad virtual, se han diseñado diferentes propuestas didácticas innovadoras, utilizando los recursos de la plataforma Moodle, así como herramientas de Google, junto con otros instrumentos de evaluación de desempeño. Algunas de las actividades fueron diseñadas para que nos presentemos, para conocer las condiciones de acceso a dispositivos informáticos e internet, para presentar los contenidos de las diferentes unidades temáticas y, al mismo tiempo, garantizar el proceso de evaluación formativa son: al inicio de clases se les solicita que intervengan en el denominado “Muro de presentaciones” ubicado en una pizarra colaborativa de Padlet, allí se les solicita que suban una foto su nombre y apellido, y tres palabras que lo describan. Utilizamos cuestionarios a través de formularios Google para realizar un relevamiento de hábitos de estudio y para trabajar algunas cuestiones generales y contextuales al dictado de la asignatura, estos son:

1. “Relevamiento de hábitos de estudio”, en el mismo se pregunta acerca de cuáles son los hábitos de aprendizaje que tienen, así como también cuáles son las ventajas u obstáculos que les favorecen o dificultan sus hábitos, se ahonda en experiencias previas en la modalidad virtual, si trabaja o no, y su disposición espacial para acceder a encuentros sincrónicos.
2. “¿Por qué estudiar ingeniería?”, en el mismo se pregunta acerca de los motivos de su elección de la carrera y su especialidad, así como cuestiones relacionadas al rol del ingeniero en el contexto social. (Se parte de la visualización de un video del mismo nombre presentado por CONFEDI en 2014 para promover vocaciones en este sentido)

3. ¿Qué es para vos la ciencia y la tecnología?, en este cuestionario se ahonda en las percepciones que trae el estudiantado acerca de qué es la ciencia y qué es la tecnología, previa a cualquier lectura o tratamiento teórico en la cursada.

En cuanto a los resultados obtenidos en cada cuestionario se confecciona un informe resumen que se comunica en los encuentros sincrónicos y luego se publica en el aula virtual.

Se han presentado actividades asincrónicas tales como: la resolución de criptogramas, armado de glosarios o wikis, resolución de cuestionarios a partir de los conceptos y ejes temáticos que se fueron trabajando en las distintas unidades.

Los encuentros sincrónicos de nuestra asignatura se realizan una vez por semana a través de Big Blue Boton, un sistema de conferencia de código abierto que forma parte de la plataforma Moodle. Los mismos, en 2021, se desarrollan respetando los horarios de la cursada presencial y tienen una duración de una hora y media reloj. En cada encuentro se realiza una presentación de los contenidos que se proponen semana a semana (siguiendo un cronograma general) utilizando un power point, y con el empleo de videos cortos de no más de cinco minutos de duración, como disparadores de diferentes temáticas. Durante el mismo encuentro se propone realizar distintas actividades a resolver en equipos de trabajo conformados de manera aleatoria por el sistema, de no más de 6 integrantes y organizados en salas individuales. Entre las distintas propuestas realizadas tenemos:

Armado de collages a modo de mapas temáticos de cada unidad con el empleo de imágenes, historietas o memes seleccionados por los estudiantes utilizando Jamboard de Google. Las búsquedas en internet se realizan siguiendo criterios de selección de los materiales que allí aparecen, de modo que el estudiantado adquiera criterios propios para distinguir información fiable y de calidad para su desempeño académico, ahora como estudiante y luego como profesional.

Ejercicios de dramatización y simulación, como el que denominamos “Vendedores ¿de humo?”, o la realización de “Diarios” de vida para diferentes actores sociales de la revolución industrial.

En particular, a continuación se presentan las características de una de esas actividades.

Vendedores ¿de humo?

Esta actividad, denominada “Vendedores ¿de humo?” Se desarrolló en el mes de julio pasado en el aula virtual de la asignatura Ingeniería y Sociedad con instancias sincrónicas y asincrónicas.

La consigna propone el trabajo de los estudiantes en pequeños grupos (utilizando salas simultáneas de BBB) que deberán asumir el rol de inventores desarrolladores de tecnologías viables utilizando materiales disponibles en la Primera o Segunda Revolución Industrial y que además puedan ser incorporados a una rama de industria existente en esa época. La propuesta se realiza en etapas e incluye trabajo en plataforma Moodle, con formulario de Google y con una instancia de coevaluación. Se trata de una actividad de aprendizaje activo (se centra en el alumno al promover su participación y reflexión continua) y colaborativo (grupos pequeños). El producto final a presentar es un objeto (real o imaginario) diseñado con materiales y utilizando fuentes de energía propios de la época que deberán vender a potenciales interesados a los que deberán convencer mostrando las ventajas de incorporar a su taller o fábrica. El tiempo estimado para resolver por equipo la tarea es de 20 minutos.

La experiencia se desarrolló en 3 comisiones, y, a partir de los productos presentados por los diferentes grupos, se organizó un cuestionario en formulario de Google que permitió realizar la coevaluación de la tarea desarrollada por los diferentes estudiantes y recogió impresiones personales respecto de la modalidad y el tenor de la tarea propuesta. Los resultados obtenidos a partir del diseño y puesta en práctica de la tarea “Vendedores ¿de humo?” son valiosos, en tanto dan cuenta de una actividad pensada desde el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE), en un enfoque por competencias y con uso de TICs. El estudiantado logró, respondiendo a las consignas, desarrollar productos muy originales y también eligieron slogans de venta apropiados para la época en que estaban situados sus desarrollos. Algunos diseños, de los más votados en la instancia de coevaluación:



Figura 1: Desarrollos más votados: Vapor McQueen y Vaporcleta. para 1era. Rev. Industrial. Tren-legrafo, para 2da Rev. Industrial

La valoración por pares o coevaluación fue objetiva, dejando de lado el propio desarrollo y valorando de manera objetiva cada uno de los productos presentados.

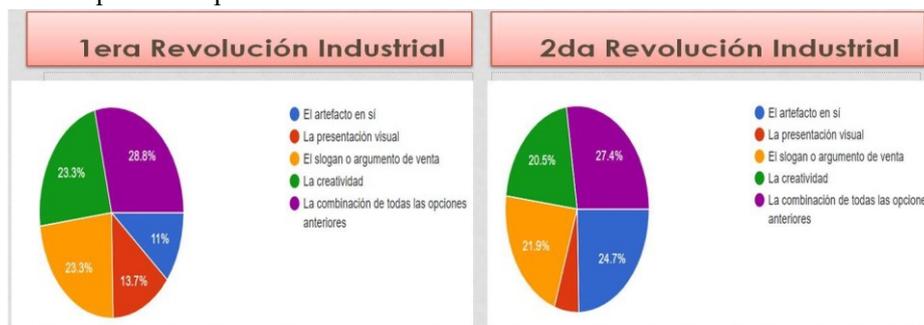


Figura 2: Criterios para la elección de los desarrollos tomados en la coevaluación

Los comentarios respecto de la propia experiencia de trabajo en pequeños grupos en salas de BBB dan cuenta de la necesidad de interactuar que tienen con sus pares, y que no se propicia desde todos los espacios curriculares.

Si bien los comentarios fueron diversos, dan cuenta que la experiencia contribuye al desarrollo de competencias sociales, políticas y actitudinales, los podemos agrupar en:

- Valorar el trabajo en equipo.
- Aprender contenidos de un modo diferente.
- Desarrollar la creatividad sin perder de vista lo que aprendemos.
- Poder expresar el propio punto de vista y conocer el de quienes participan en la Sala.
- Trabajar con entusiasmo.
- Conocer y relacionarse mejor con el grupo de estudiantes.

Esta experiencia puede ser replicada en modalidad híbrida o presencial.

## Conclusiones

En este trabajo hemos descrito como, en el contexto de virtualización repentina que se suscitó con la emergencia sanitaria por covid 19, nos propusimos diseñar actividades que permitan fomentar la interacción y reflexión conjunta de los temas que desarrollamos en la asignatura de primer año Ingeniería y Sociedad.

Además de presentar de modo sintético algunas de las tareas que llevamos adelante a tal fin, nos centramos en describir la experiencia llevada adelante en 2021 con la actividad que dimos en llamar "Vendedores ¿de humo?" en la asignatura Ingeniería y Sociedad de la UTN-FRA.

Entendemos que, si bien la propuesta fue pensada en el contexto de emergencia sanitaria y en virtud de la necesidad de adaptar las prácticas docentes a la virtualidad, la implementación de este tipo de propuestas innovadoras utilizando TICs y en un enfoque basado en competencias será aplicable a futuro para modelos de enseñanza híbridos o presenciales.

El trabajo en pequeños grupos utilizando Salas de BBB, sumado a una consigna que invita a reflexionar acerca de los temas teóricos desarrollados y pensar en desarrollar un producto que pueda ser luego vendido, colocando un slogan o argumento de ventas y una imagen, ha resultado muy motivador. El cuestionario que se armó posteriormente, utilizando formularios de Google mostró que la tarea fue bien recibida, muy motivadora y permitió conocer compañeros e interactuar en un contexto que se presenta adverso para estos fines.

Creemos que utilizar estos recursos favorece la participación del estudiante y su interrelación con sus compañeros y el cuerpo de docentes. Además, les brinda un espacio para demostrar su interés hacia el conocimiento, los métodos de trabajo y estudio, los modos de interpretación de las tareas y los productos que obtienen. En función de lo expuesto consideramos que se trata de una propuesta propicia para el ACE desde un enfoque basado en competencias, que, por otro lado, puede replicarse en el trabajo presencial.

## Referencias

- Acevedo Díaz, J. (2009) Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. En M. Gordillo et al. (2009) Documento de Trabajo n°03 Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad. Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI
- CONFEDI (2018) Libro rojo. Recuperado de: [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI\[1\]Estandares-de-Segunda-Generacion-para\[1\]Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI[1]Estandares-de-Segunda-Generacion-para[1]Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf)
- Cukierman, U. (2018) Aprendizaje centrado en el estudiante. Un enfoque imprescindible para la educación en Ingeniería. Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de Ingeniería. CONFEDI Recuperado de: [https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje\\_centrado\\_en\\_el\\_estudiante\\_un\\_enfoque\\_imprescindible\\_para\\_la\\_educacion\\_en\\_ingenieria](https://www.academia.edu/37040716/Aprendizaje_centrado_en_el_estudiante_un_enfoque_imprescindible_para_la_educacion_en_ingenieria)
- Maggio, M. (2021) Educación en pandemia. Guía de supervivencia para docentes y familiares. Buenos Aires. Paidós.
- Pimienta Prieto, J. (2012). Las competencias en la docencia universitaria. Preguntas frecuentes. México: Pearson – Prentice Hall. Recuperado de: <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/1118.%20Las%20competencias%20en%20la%20docencia%20universitaria.%20Preguntas%20frecuentes.pdf>

# Competencias en experiencias de mecánica utilizando un teléfono celular

## Competencies with mechanics experiences using a smartphone

### **Culzoni Cecilia**

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

### **Alegre Laura**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela – Argentina  
lauraalegre3556@gmail.com

### **Farías Marisol**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela – Argentina  
marisolfarias1998@gmail.com

### **Cinat Paula**

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela – Argentina  
paula.cinat@gmail.com

### **Resumen:**

La educación por competencias en las carreras de ingeniería requiere implementar propuestas didácticas que posibiliten a los alumnos/as no sólo saber sino saber hacer, aprender de manera autónoma e incluir las tecnologías en su formación. Los teléfonos celulares constituyen dispositivos que pueden convertirse en valiosos sistemas de adquisición de datos para realizar experiencias de física tanto en el aula como en el hogar. Se presenta una experiencia tradicional de cinemática usando un teléfono celular como sensor en una prueba piloto realizada por un grupo de alumnas. Se analizan las competencias que se pueden abordar desde esta experiencia y se concluye que es posible desarrollar competencias tanto específicas como genéricas utilizando un dispositivo al alcance de todos como lo es un teléfono con aplicaciones gratuitas y elementos sencillos.

**Palabras claves:** Competencias, teléfono celular, mecánica.

### **Abstract:**

Education for competencies in engineering careers requires to implement didactic proposals that allow students not only know but also know how to do, learning by themselves and including technologies in their training. Smartphones are devices which can be valuable systems for data acquisition to make physics experiences in their classrooms but even in their homes. Here it's presented a traditional experience of kinematics using a smartphone as a sensor in a pilot test done by a group of students. Here are analyzed the competencies we can get from this experience and the conclusion is that it is possible to develop specific and generic competencies using an device that is available to everyone, like a smartphone with free applications and simple elements.

**Keywords:** Competencies, smartphone, mechanics.

## Introducción

### **La educación por competencias en ingeniería**

A partir del año 2018 las Facultades de Ingeniería en la Argentina han suscrito a un documento popularmente conocido como Libro Rojo del CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018), donde se expresa que el ingeniero no solo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc., que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje incluyendo actividades que permitan su desarrollo. Esto significa un cambio hacia una Educación basada en Competencias para la formación de Ingenieros e Ingenieras. Se entiende el concepto de “competencia” como la adecuada combinación de conocimientos, habilidades, actitudes y

valores (Cukierman & Recabarren, 2018: 85). La formación basada en competencias requiere asumir una nueva forma de enseñar, con propuestas que trascienden la división y la segmentación, con el fin de abordar la realidad en sus múltiples dimensiones. Algunas características de las competencias son que se aplican a los sujetos individuales; permiten el logro eficaz de objetivos pre-establecidos; se definen por sus resultados; integran conocimientos, habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes o bien lo que se conoce como saber, saber hacer y saber ser. (Cukierman & Recabarren, 2018: 85).

Se requiere tener claro cuáles son las competencias que deben ser consideradas para la formación en ingeniería, pensando la formación de grado desde el eje de la profesión, de lo que efectivamente se necesita saber hacer en el desempeño profesional (Giordano-Lerena & Cirimelo, 2013: 122). Otras competencias son comunes a la formación superior en general e incluyen “conjuntamente con el conocimiento de su especialidad académica, competencias muy variadas que forman al estudiante como persona y como futuro profesional” (Lizitza & Sheepshanks, 2020: 94), dentro de ellas se incluye la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y las posibilidades que brindan para la construcción de aprendizajes.

#### **Competencias tecnológicas de las carreras de ingeniería:**

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018: 3-4)

#### **Competencias sociales genéricas en las carreras de ingeniería:**

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9. Aprender en forma continua y autónoma.
10. Actuar con espíritu emprendedor. (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2018: 4)

#### **Algunas competencias específicas de la asignatura Física extraídas del Proyecto Tuning para América Latina (s/f):**

- Plantear, analizar y resolver problemas físicos experimentales.
- Utilizar programas de computación para el procesamiento de información.
- Identificar los elementos esenciales de una situación compleja, realizar las aproximaciones necesarias y construir modelos simplificados para comprender su funcionamiento.
- Aplicar el conocimiento teórico de la física a la realización de experimentos.
- Demostrar destrezas experimentales y métodos adecuados de trabajo en el laboratorio.

#### **Los teléfonos celulares como sistemas de adquisición de datos**

Los teléfonos celulares inteligentes constituyen una potente herramienta de medición para realizar experimentos de física. Disponen de una cantidad de sensores y de una capacidad de cálculo y de compartir información al instante que posibilitan que los utilicemos en el laboratorio, en las clases de física o que cada estudiante los use desde su hogar o desde el lugar donde se encuentre. (González et al. 2015: 53). La realización de experiencias usando los propios teléfonos permite a los alumnos y alumnas fortalecer su aprendizaje por medio de la observación y medida directa de los fenómenos físicos. La actividad experimental con su propio dispositivo permite que cada uno pueda participar activamente en su aprendizaje y hasta en el diseño de su propio entorno virtual combinando diferentes recursos. (González & González, 2016: 28). Se pueden realizar diferentes experiencias como medición del módulo, dirección y sentido del campo magnético; medir la intensidad luminosa usando el sensor de luz ambiental, medir la aceleración de un cuerpo en un movimiento lineal, circular, caída libre o armónico utilizando el acelerómetro y el giroscopio. La bibliografía consultada ofrece ejemplos de diferentes experimentos realizados usando los teléfonos celulares como sensores. (Schultz, 2012: 436), (Monteiro et al. 2014: 180), (González & González, 2016: 30) (Culzoni et al., 2021).

#### **Objetivo**

Analizar qué competencias, tanto genéricas como específicas de las carreras de ingeniería, es posible desarrollar a través de una experiencia de estudio de movimiento en un plano inclinado con rozamiento usando un teléfono celular como sensor.

## Desarrollo

### Descripción de la Experiencia de Movimiento Rectilíneo Acelerado (M.R.A.): Taco de madera en plano inclinado.

Para la realización de esta prueba piloto se solicitó a un grupo de alumnas becarias que ya cursaron Física I que diseñen una experiencia para medir el coeficiente de rozamiento entre dos superficies utilizando el sensor acelerómetro del teléfono celular. Las alumnas ya conocían el funcionamiento de este sensor y las diferentes aplicaciones para grabar los datos de la medición porque se habían realizado experiencias anteriores con péndulo físico, caminatas y con sensor magnetómetro. (Culzoni et al., 2021), (Cinat et al., 2020).

Ellas propusieron realizar una experiencia de plano inclinado utilizando como superficie de base una tabla de madera pintada sobre la que se desliza un taco de madera donde se coloca el teléfono celular.

Los materiales necesarios son: un teléfono celular con sensor acelerómetro, un taco y una tabla de madera, un elemento para generar la altura del plano inclinado y cinta adhesiva. Primero se deben instalar en el teléfono las aplicaciones necesarias, en este caso se utilizaron dos aplicaciones gratuitas, una de ellas es AngleMeter (Google Play 1, 2021), para medir el ángulo de inclinación del plano, y la otra es Physics Toolbox Sensor Suite (Google Play 2, 2021) para poder emplear el sensor acelerómetro.

Una vez ubicada la tabla, se determinó su ángulo de inclinación utilizando la aplicación AngleMeter colocando el celular encima de ella. Se trabajó con un ángulo de  $26^\circ$ , tal como se observa en la figura N° 1. Luego se colocó el teléfono celular sobre el taco de madera, teniendo en cuenta la posición de los ejes cartesianos en los teléfonos, como se muestra en la Figura N° 2, sujetándolo por medio de cinta adhesiva para mantenerlo inmóvil. Posteriormente, el conjunto fue pesado en una balanza digital donde se obtuvo un peso de 406 gramos. A continuación, se ubicó el taco sobre el plano inclinado, figura N° 3, y se inició la aplicación Physics Toolbox Suite, seleccionando la opción de “acelerómetro lineal”. Se detuvieron las mediciones cuando el objeto recorrió completamente el trayecto inclinado. En la figura N° 4, mediante el código QR se puede visualizar un video de la experiencia.

De acuerdo al sentido de los ejes del Teléfono Celular Inteligente (T.C.I.) y, debido a la forma en la que fue ubicado sobre el carro, los valores que interesan para los cálculos son los correspondientes al eje y, ya que se desplazó en el sentido positivo del mismo.



Figura 1- Medición del ángulo de inclinación con aplicación Angle Meter



Figura 2- Ejes cartesianos en un teléfono celular



Figura 3- Taco de madera con teléfono celular en plano inclinado



Figura 4- Código QR para el video de la experiencia

## Resultados

Se concretaron varias experiencias de deslizamiento de un taco de madera con el teléfono celular adicionado, variando el ángulo de inclinación del plano, lo que permitió realizar un estudio del movimiento acelerado obteniendo las gráficas que se muestran en este informe. Las alumnas presentaron filmación de las experiencias, informe escrito y diferentes fotografías que muestran su trabajo colaborativo desde el hogar y a través de diferentes recursos de internet.

Se destaca que se utilizaron elementos disponibles por ellas en sus casas.

### Procesamiento de datos

Mediante el análisis cinemático se calcularon la aceleración promedio para cada intervalo de 0,1 segundos, la velocidad y la posición del objeto. Luego mediante cálculos de dinámica se pudo calcular un coeficiente de rozamiento que se supuso constante a lo largo de toda la tabla.

La gráfica que se obtiene a partir de todos los valores medidos es la siguiente:



Figura 5- Aceleración en el eje y en función del tiempo.

Se consideró un periodo de tiempo hasta 1,47 segundos, que es el momento en el que el taco de madera llega al final de la tabla.

Para poder obtener las gráficas de velocidad y posición, primero se determinó la aceleración promedio en intervalos de 0,1 segundos. El tiempo total del recorrido fue de 1,47 segundos, por lo que se calcularon 14 valores de aceleración promedio. Para cada intervalo de tiempo se obtuvo la velocidad final y la posición mediante las siguientes fórmulas:

$$v_f = v_0 + at \tag{1}$$

$$x_f = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \tag{2}$$

Con los valores obtenidos, se construyó a la tabla N° 1:

Tabla 1- Valores promedio de aceleración, velocidad y posición cada 0,1 s.

Tiempo	Ay promedio cada 0,1 seg.	Vy cada 0,1 seg.	Posición cada 0,1 seg.
0,1	0,412617857	0,041261786	0,006189268
0,2	0,161030769	0,057364863	0,012730908
0,3	1,220075	0,179372363	0,036768519
0,4	0,894152	0,268787563	0,068118035
0,5	0,840264	0,352813963	0,107600752
0,6	0,705076	0,423321563	0,153458288
0,7	0,80728	0,504049563	0,207899644
0,8	1,093788	0,613428363	0,274711421
0,9	1,090368	0,722465163	0,352409777
1	0,951348	0,817599963	0,438926513
1,1	0,85676	0,903275963	0,533537909
1,2	0,8898	0,992255963	0,637212506
1,3	0,832796	1,075535563	0,748930042
1,4	0,42386	1,117921563	0,862841498

$$A_y \text{ promedio} = 0,798 \text{ m/s}^2$$

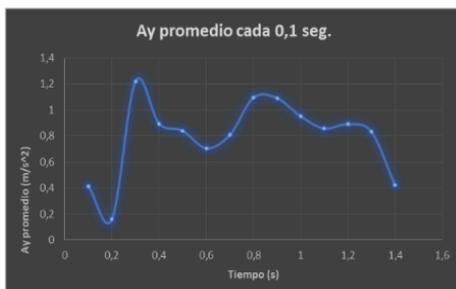


Figura 6- Ay promedio cada 0,1 s.

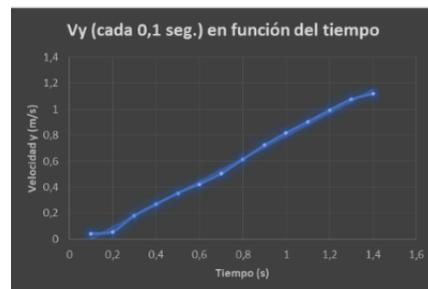


Figura 7- Vy versus tiempo cada 0,1 s.

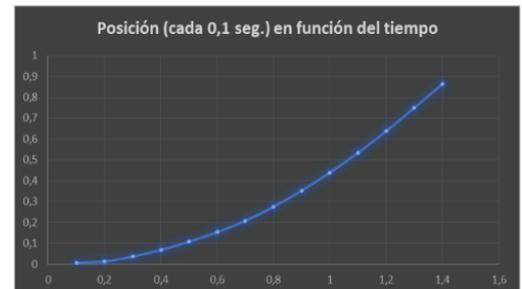
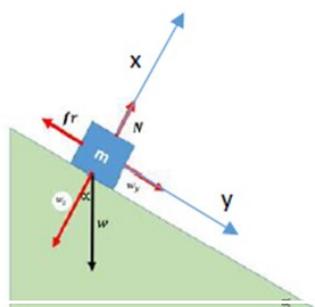


Figura 8- Posición versus tiempo cada 0,1 s.



### Cálculo del coeficiente de rozamiento:

Datos:

- $m \text{ conjunto} = 0,406 \text{ kg}$
- $\text{Ángulo} = 26^\circ$
- $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$
- $Ay \text{ promedio} = 0,798 \text{ m/s}^2$

Figura 9- Diagrama de cuerpo libre.

Análisis de fuerzas:

$$\Sigma F_z = 0 \quad (3)$$

$$N - W \cos \alpha = 0 \quad (4)$$

$$N = 3,58 \text{ N} \quad (5)$$

$$\Sigma F_y = ma_y \quad (6)$$

$$\mu \quad (7)$$

$$= \frac{W \operatorname{sen} \alpha - ma_y}{mg \cos \alpha}$$

$$\mu = 0,3971 \quad (8)$$

Teniendo en cuenta las competencias enunciadas al inicio de este trabajo se puede considerar que realizando esta propuesta didáctica los y las estudiantes pueden abordar las siguientes competencias:

Competencias tecnológicas de las carreras de ingeniería	Competencias sociales genéricas a todas las carreras universitarias	Competencias específicas de la asignatura Física
Identificar, formular y resolver problemas: El cálculo del coeficiente de rozamiento es un problema real.	Comunicarse con efectividad: Se presenta un informe, uso de vocabulario y simbología adecuada.	Plantear, analizar y resolver problemas físicos experimentales.
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería: Se aplican modelos, se construye una maqueta, se utilizan fórmulas y se realizan cálculos.	Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, en este caso la ética y responsabilidad se demuestran en informar con fidelidad los datos obtenidos en las experiencias.	Utilizar programas de computación para el procesamiento de información.
Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas: Al utilizar el teléfono celular los	Aprender en forma continua y autónoma: Se promueve que los estudiantes realicen la experiencia en sus hogares, de esta forma se	Demostrar destrezas experimentales y métodos adecuados de trabajo en el laboratorio aplicando el

alumnos están innovando en la toma de datos y el estudio de una experiencia tradicional.	incentiva el aprendizaje autónomo.	conocimiento teórico de la física a la realización de experimentos.
--	------------------------------------	---

## Conclusiones

Las alumnas que participaron lograron realizar la experiencia resolviendo los diferentes problemas que se fueron planteando. Se comprobó que es posible estudiar el M.R.A. utilizando un teléfono celular como sensor. Al obtener los valores de velocidad y posición en función del tiempo a partir de la medición de la aceleración se logra abordar la competencia de aplicación de conocimiento teórico a la resolución de problemas concretos, vinculando conceptos de física y matemática. Esta actividad puede enmarcarse en la enseñanza mediante la modelización, ya que, se interviene en modelos clásicos mediante la toma de datos con un nuevo dispositivo. El proceso de obtención de la velocidad y posición a partir de los datos medidos transparenta un procedimiento que los sistemas comerciales dejan opacados por la tecnología. Este trabajo requiere de la utilización de las TIC lo que a su vez permite usar un elemento disponible por todos los alumnos como lo es el teléfono celular para realizar experimentos sencillos, pero de un alto valor conceptual. Al resolver un problema concreto los alumnos pueden desarrollar competencias propias de la ingeniería, les permite experimentar por sí mismos y construir conocimiento. Esto contribuye a consolidar el aprendizaje autónomo.

Es necesario plantear esta actividad dentro del cursado de Física I y valorar sus resultados desde la perspectiva de docentes y alumnos. Consideramos que esta propuesta puede ser adaptada para el nivel secundario.

## Referencias

- Cinat, P., Schneider, M. I., & López, L. (2020). "Experiencia de péndulo físico con un teléfono celular". *Facultad Regional Venado Tuerto de la UTN*. Disponible en [https://www.youtube.com/watch?v=R7NAFsryY4&feature=emb\\_title&ab\\_channel=UTNFacultadRegionalVenadoTuerto](https://www.youtube.com/watch?v=R7NAFsryY4&feature=emb_title&ab_channel=UTNFacultadRegionalVenadoTuerto)
- 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*. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones.
- Cukierman, U., & Recabarren, P. (2018). "Educación en la era de la 4ª Revolución Industrial: Competencias para un mundo donde lo único constante es el cambio". *Revista Argentina de Ingeniería*, 6(8) 83-86.
- Culzoni, C., Alegre, L., Farías, M., & Zunoffen, S. y. (2021). "El experimento de oersted utilizando un teléfono celular". *6º Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias Naturales y Jornadas preparatorias para el XI CIEDUC*. Buenos Aires: Facultad de Farmacia y Bioquímica UBA. Disponible en [https://www.youtube.com/watch?v=qK2UpJLXBqU&ab\\_channel=GrupoTEEC](https://www.youtube.com/watch?v=qK2UpJLXBqU&ab_channel=GrupoTEEC)
- Giordano-Lerena, R. & Cirimelo, S. (2013). "Competencias en ingeniería y eficacia institucional". *Ingeniería Solidaria*, 9(16), 119-127.
- González, M., & González, M. (2016). "El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu smarphone". *Revista de Ciencias*. 6, 28-35.
- González, M., da Silva, J., Martinez, Ó., & Rochadel, W. (2015). Experimentando y Aprendiendo Física con Smartphones. En M. Gericota & J. M. Santos Gago, *TICAI 2015: TICs para el aprendizaje de la Ingeniería*, 53-58.
- Google Play 1 (2021) Angle Meter. Disponible en: [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stfactory.anglemeter&hl=en\\_US&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stfactory.anglemeter&hl=en_US&gl=US)
- Google Play 2 (2021) Physics Toolbox Sensor Suite. Disponible en [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=es\\_419&gl=US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chrystianvieyra.physicstoolboxsuite&hl=es_419&gl=US)
- Lizitza, N., & Sheepshanks, V. (2020). "Educación por competencias: cambio de paradigma del modelo de enseñanza-aprendizaje". *Revista Argentina de Educación Superior*, 12 (20), 89-107.
- Monteiro, M., Cabeza, C., & Martí, A. (2014). "Rotational energy in a physical pendulum". *The Physics Teacher*. 52, 180-181.
- Schultz, D. (2012). "An inexpensive, multipurpose physical pendulum. Apparatus for teaching physics". *The Physics Teacher*. 50, 436-438.

Tuning América Latina. (s/f). Competencias específicas de física [sitio web]. Disponible en [http://www.tuningal.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=185&Itemid=194](http://www.tuningal.org/index.php?option=com_content&view=article&id=185&Itemid=194)

# El uso de la tecnología en el contexto de pandemia: revisión de herramientas y plataformas educativas.

## The use of technology in pandemic context: review of educational tools and platforms.

Presentación: 30/09/2021

### Carlos Suárez

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

### Susana Roldán

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

## Resumen

En los últimos años se ha incorporado el uso de las plataformas educativas en el espacio de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la universidad. Se presenta una reseña del contexto de la Educación Superior en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional al inicio de la pandemia y se hace referencia a las distintas plataformas educativas y herramientas tecnológicas que fortalecieron el modelo pedagógico de la educación implementado en la virtualidad. También se expone un detalle de las prestaciones mínimas que debe tener una plataforma para permitir un desarrollo eficiente de los cursos y se realiza una revisión de distintos espacios de videoconferencias, sus costos y las maneras de acceder a ellos.

**Palabras clave:** Plataformas educativas – Herramientas tecnológicas – Videoconferencias – Educación Superior

## Abstract

In recent years, the use of educational platforms has been incorporated into the university's teaching, learning and evaluation space. A review of the context of Higher Education in the Santa Fe Regional Faculty of the National Technological University at the beginning of the pandemic is presented and reference is made to the different educational platforms and technological tools that strengthened the pedagogical model of education implemented in virtuality. There is also a detail of the minimum benefits that a platform must have to allow an efficient development of the courses and a review is made of different videoconferencing spaces, their costs and the ways to access them.

**Keywords:** Educational platforms – Technological tools – Videoconferences - Higher Education

## Introducción

El 11 de marzo de 2020 el director general de la Organización Mundial de la Salud (OMS) anunció oficialmente que la enfermedad por el coronavirus 2019 (COVID-19) podía caracterizarse como una pandemia (Cucinotta y Vanelli, 2020, citado por Ordorika, 2020). En Argentina, sobrevino la suspensión de clases para todos los niveles

educativos a partir del 15 de marzo y ante el avance de la cantidad de contagios y fallecidos, se dispuso el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) a partir del día 20, mediante el Decreto 297/20.

Como expresan Ayala, S. y Marotias, A. (2020), “el año 2020 presentó desafíos en todas las áreas: el mundo del trabajo, el transporte, las políticas públicas, pero sobre todo el campo de la salud y el de la educación.”

La Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (U.T.N.-F.R.S.F.) no estuvo ajena a esta problemática, suspendiendo las clases del 2° al 5° nivel y postergando el inicio del 1° nivel de todas las carreras de ingeniería.

En este contexto, las tecnologías se presentaron como una exigencia y una necesidad, como señala Russo et al. (2019) “debido a los nuevos cambios, el sector de la educación superior debió entrar y adaptarse a la era tecnológica que vivimos”. El uso de la plataforma Moodle y las herramientas Zoom, Meet y Teams permitieron crear, oportunamente, entornos de aprendizaje centrados en el estudiante. Caracterizándose estos escenarios por ser interactivos, eficientes, de fácil acceso y distribuidos. Las universidades debieron buscar nuevas estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación incorporando las videoconferencias para brindar clases de forma remota (Torres, T. y García, A., 2019).

Ayala, S. (2020), por su parte, subraya que la pandemia removió los cimientos del régimen académico universitario, abriendo un escenario que modificó la dinámica de las universidades y al mismo tiempo estableció retos importantes. Remarcan además que la educación a través de las plataformas educativas digitales constituye la principal innovación universitaria.

Por lo anterior se concluye que múltiples han sido las actividades y hábitos que se vieron modificados por la pandemia de coronavirus, y la educación no estuvo ajena. El avance de la educación a distancia, potenciada por la crisis sanitaria, implicó una transformación de las prácticas docentes. Lo que antes era presencial, pasó a ser necesariamente virtual, tanto para resguardar la salud de alumnos y cuerpo docente, como para mantener la continuidad de las clases.

Orozco (2000) enfatiza que los procesos de adquisición, clasificación, disponibilidad, uso y generación del conocimiento demandan nuevos lenguajes y requieren un cambio de concepción con respecto a los saberes. Expone, asimismo, que las políticas educativas en el plano universitario han de ser orientadas a formar profesionales en un nuevo escenario, que implique pensar, trabajar y tomar decisiones en colaboración con otros profesionales, para resolver problemas con un máximo de ejecución eficiente.

La educación virtual trae aparejadas grandes ventajas como la posibilidad de emplear materiales multimedia, realizar actualizaciones, acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento (Marín, 2019) y resulta imprescindible incorporar esta competencia digital a nuestras prácticas, donde docentes y estudiantes interactúan con diversas herramientas digitales con una finalidad pedagógica con el fin de mejorar la calidad de los estudios. Por su parte, Klimova y Maresova (2016) se ocupan de los beneficios que aporta esta modalidad formativa al ayudar a los estudiantes a obtener competencias comunicativas, posibilitando el uso de diferentes lenguajes y medios, permitiendo el desarrollo de la autonomía personal y propiciando la adquisición de pensamiento crítico para acceder a la toma de decisiones.

Rodriguez (2010), nos invita a repensar los modelos de enseñanza y aprendizaje a partir del impacto que generan las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la enseñanza superior y remarca que resulta cada vez más evidente y fundamental el papel de la universidad en el desarrollo del aprendizaje continuo a lo largo de toda la vida.

En este artículo de revisión descriptiva se exploran diversas herramientas empleadas en nuestro medio educativo y se propone un análisis del impacto que ocasiona el uso de la plataforma Moodle y las videoconferencias por Microsoft Teams en la educación a distancia en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe.

## Desarrollo

Entre los retos a superar que se presentan en esta virtualidad se encuentran las barreras de uso, es decir, la forma en que las personas aprovechan al máximo las (TIC) y las ponen en práctica según las necesidades (Bernuy, 2005).

Tomando la definición brindada por Tomalá et al. (2020, p. 203) “las plataformas virtuales, son programas (softwares) orientados a la Internet, se utilizan para el diseño y desarrollo de cursos o módulos didácticos en la red internacional. Permiten mejorar la comunicación (alumno-docente; alumno-alumno) y desarrollar el aprendizaje individual y colectivo.”

A partir del año 2006, en la U.T.N. – F.R.S.F. se ha venido incorporando el uso del Campus Virtual, diseñado bajo plataforma Moodle, tanto en las materias de las carreras de grado, en las Tecnicaturas Superiores, en los módulos de las materias de Ingreso a la Facultad, en cursos y materias de Posgrado, así como en las diferentes áreas académicas y administrativas. Por lo que en la modalidad de dictado a distancia implementado a partir de la pandemia se incorporaron actividades asincrónicas mediadas por esta plataforma que ya se encontraba en uso en nuestra regional, incluyendo actividades que no requieren la coincidencia temporal de docentes y estudiantes. De este modo desde el Campus Virtual el estudiante accede a los contenidos oficiales de cada módulo, al sistema de tutorías, a las actividades prácticas y también, a las evaluaciones.

Moodle es una de las plataformas de aprendizaje diseñadas para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un sistema para crear ambientes de aprendizaje personalizados, pero no es la única en su tipo. Arias et al. (2020) proporcionan información que permite compararla con plataformas similares. Este aporte se presenta en la tabla 1.

Moodle	Canvas LMS	Chamilo
Fácil de usar e intuitivo, traducido a más de 120 idiomas. Espacio virtual participativo.	Intuitivo y fácil de usar. Adaptable a distintos dispositivos. Interfaz moderna y visualmente atractiva	De fácil uso tanto para el docente como para el alumno. Se adapta a diferentes modelos educativos.
Recursos: formas y medios de proporcionar contenido a los estudiantes		
Archivos con cualquier formato.	Archivos con cualquier formato.	Acepta todos los formatos de archivo.
Actividades colaborativas que el alumno podría realizar		
Conversaciones, opiniones, debates, etc. en tiempo real. Wiki: genera contenido de manera colaborativa.	Conversaciones en tiempo real, discusiones asincrónicas, etc. Creación de grupos para realizar diferentes actividades.	Gestión de tareas y usuarios a través de un calendario, etc. Trabajo colaborativo en grupo Wiki.
Actividades individuales que el alumno puede realizar		
Cuestionarios, tareas, encuestas, etc.	Cuestionarios, tareas, encuestas, etc.	Tareas, encuestas de retroalimentación
Seguimiento del curso		
Actividad reciente, calendario, indicador de eventos.	Tablero, calendario, bandeja de entrada, grupos, cursos, ayuda.	Seguimiento de estudiantes: mostrará un resumen detallado.
Dispositivos soportados		
Windows, Linux, Android, iPhone/iPad	Android, Windows, Linux, Mac, iPhone.	Linux, Windows, OS-X, Android, iPhone.

Tabla 1. Comparación de las plataformas de enseñanza virtual Moodle, Canvas LMS y Chamilo.

*Nota:* Adaptado de Arias, R., Puja, J., Quiroz, J., Romero, L. y Andrade, L. (2020) *Impact of the use of the virtual platform and videoconferencing in distance learning at the University of north Lima* (p. 2). 2020 IEEE Biennial Congress of Argentina.

Es importante aclarar que mientras Moodle es un software gratuito, Canvas LMS y Chamilo tienen una tarifa mensual o anual. Canvas solo funciona en la nube, mientras que Moodle se puede instalar en un sistema operativo o en un sistema portátil conectado a la red.

A partir del análisis del cuadro comparativo de plataformas virtuales, podemos decir que Moodle es un poco más accesible que el resto de las plataformas, principalmente porque Moodle es una plataforma libre y se puede modificar libremente.

El tramo sincrónico incluye actividades con conferencias en vivo, el cual es utilizado para que el docente desarrolle los contenidos generales de los cursos. Las herramientas para videoconferencias más empleadas en nuestro ámbito al inicio del aislamiento han sido Zoom, Cisco Webex y Microsoft Teams. Se aprecian en la tabla 2 algunas características que muestran similitudes y diferencias entre ellas.

Características	Zoom	Cisco Webex	Teams
Multiplataforma	✓	✓	✓
Número máximo de participantes	100 – large meeting: 500 a 1000	1000	300
Grabación de conferencias	✓	✓	✓
Versión Premium	\$1986,47 por anfitrión/mes	\$1331,31 por usuario/mes	\$1258,20 por usuario/mes
Acceso remoto	✓	✓	✓
Tiempo ilimitado de conferencia	X	✓	✓
Almacenamiento en la nube	X	✓	✓
Herramientas	X	W. M. Suite	Office 365

Tabla 2. Comparación de herramientas para videoconferencias Zoom, Cisco Webex, Teams.

*Nota:* W. M. Suite: Webex Meeting Suite.

Cisco Webex y Teams serían la opción adecuada para aquellos que deseen estudiar o trabajar en tiempo real, ya que se encuentran integradas a W.M. Suite y Office 365.

Pero Zoom es una de las herramientas más utilizadas en e-learning en todo el mundo debido a la gran cantidad de participantes que pueden unirse a una conferencia, pero tiene un tiempo de conferencia limitado a 40 minutos.

## Conclusiones

El cambio de modelo educativo de una enseñanza presencial a una enseñanza virtual tuvo un impacto positivo, ya que las sesiones de clase pueden realizarse en cualquier momento y en cualquier lugar. Si bien existen diferentes plataformas de e-learning y herramientas de videoconferencia, la plataforma Moodle resulta más adecuada al ser un software libre, que cuenta con una interfaz amigable tanto para el profesor como para el alumno, en tanto que Microsoft Teams es una de las herramientas de videoconferencia más utilizadas por los profesores de nuestra Regional, donde pueden organizar las sesiones de clase de una manera más sencilla en comparación con otras. Tanto los profesores como los alumnos nos hemos adaptado a la modalidad de enseñanza virtual, contando la mayoría con los dispositivos necesarios y un espacio para realizar las sesiones de clase, y lograr una educación de igual exigencia y calidad.

## Referencias

Arias, R., Puja, J., Quiroz, J., Romero, L. y Andrade, L. (2020). "Impact of the use of the virtual platform and videoconferencing in distance learning at the University of north Lima" (pp. 1-4). 2020 IEEE Biennial Congress of

Argentina.

- Ayala, S. y Marotias, A. (2020). "Conectividad o ... La educación superior en tiempos de pandemia". REVCOM, 11, 1-8.
- Bernuy, A. (2005). "Estrategias para el aprendizaje colaborativo y la transferencia efectiva del conocimiento". Ponencia presentada en el III Congreso Internacional de Científicos Peruanos. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Klimova, B. y Maresova, P. (2016). Elderly People and Their Attitude Towards Mobile Phones and Their Applications— A Review Study, en [Advanced Multimedia and Ubiquitous Engineering \(pp.31-36\)](#).
- Marín, N. (2019). Las Tecnologías de Información y Comunicación: Una Gestión Educativa desde la Plataforma Moodle. Revista Scientific, 4(12), 329-339, e-ISSN: 2542-2987. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.12.17.329-339>
- Ordorika, I. (2020). "Pandemia y educación superior". Revista de la educación superior, 49 (194), 1-8.
- Orozco, B. (2000). "De lo profesional a la formación en competencias: giros conceptuales en la noción de formación universitaria", en M. A. Valle. Formación en competencias y certificación profesional, 105–139.
- Rodríguez, R. (2010). " El impacto de las TIC en la transformación de la enseñanza universitaria: repensar los modelos de enseñanza y aprendizaje". Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 11 (1), 32-68.
- Russo, C., Alonso, N., Sarobe, M., Mir, S., Nabal, M., Serrano, E., ..., Belesia, P. (2019) "Educación a Distancia en el ámbito de la UNSADA". <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77334>
- Tomalá De la Cruz, M., Gallo Macías, G., Mosquera Viejó, J. y Chancusig Chisag, J. (2020). "Las plataformas virtuales para fomentar aprendizaje colaborativo en los estudiantes del bachillerato". RECIMUNDO, 4 (4), 199-212. Recuperado a partir de <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/899>.
- Torres, T. y García A. (2019). "Reflexiones sobre los materiales didácticos virtuales adaptativos". Revista cubana de Educación Superior, 38 (3).
- "Yo creo que hemos tenido una mejor performance en el proceso de enseñanza - aprendizaje que aún en la misma presencialidad", enfatizó Navarro

# Respuesta del aprendizaje a una alternativa didáctica para la enseñanza y la evaluación de los trabajos de laboratorio en Química ante la no presencialidad.

## Learning response to a didactic alternative for teaching and evaluation of laboratory work in Chemistry in the absence of presence.

Presentación: 12/10/2021

**Maximiliano Schiappa Pietra, Carlos Córdoba, Domingo Liprandi, Tomás Assenza, Santiago Dománico**

maxipietra@hotmail.com, ing.cba.carlos@gmail.com, dalr2008@gmail.com, tassenza@frsf.utn.edu.ar  
UDB Química. Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional.

### Resumen

El impedimento en cuanto al ingreso de las aulas durante los años 2020 y 2021, ha resignificado la búsqueda docente de nuevas herramientas didácticas y los posibles parámetros de análisis evaluativos a distancia. Por ello, y ante la falta de acceso a los laboratorios de química, el cuerpo docente de nuestra institución, generó alternativas en el área de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), aplicables al desarrollo y a la evaluación de los trabajos prácticos, que son parte de la currícula de la materia Química General en nuestra casa de estudio. Sumados al objetivo de una enseñanza más integrada, se confeccionaron videos y simulaciones de diferentes laboratorios para los alumnos de las carreras de ingenierías, y para ambos años, obteniendo resultados cuantitativos y cualitativos alentadores ante esta nueva propuesta de enseñanza y evaluación. El material generado no sólo se pensó para implementar durante este momento de pandemia, sino como complemento educativo en proyección al retorno de la presencialidad física en las aulas.

**Palabras clave:** Didáctica, Evaluación, Laboratorio, Química, TIC.

### Abstract

The impediment regarding the entrance of the classrooms during the years 2020 and 2021, has resignified the educational search for new didactic tools and the possible parameters of distance evaluative analysis. Therefore, and given the lack of access to chemistry laboratories, the teaching staff of our institution, generated alternatives in the area of Information and Communication Technologies (ICT), applicable to the development and evaluation of practical work, which they are part of the curriculum of the General Chemistry subject in our house of study. Added to the objective of a more integrated teaching, videos and simulations of different laboratories were made for students of engineering careers, and for both years, obtaining encouraging quantitative and qualitative results before this new teaching and evaluation proposal. The material generated was not only intended to be implemented during this time of the pandemic, but as an educational complement in projection of the return of physical presence in the classrooms.

**Keywords:** Didactics, Evaluation, Laboratory, Chemistry, ICT.

### Introducción

La conflictiva situación pandémica desarrollada a principios del 2020, encontró al cuerpo de docentes y al estudiantil, en una falta parcial del conocimiento y aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) adquiridas e implementadas dentro de la currícula de sus materias [1]. Si bien en la cátedra de Química General de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se dieron los primeros pasos desde el 2013 en adelante con Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID) con incorporación de secuencias didácticas [2], actividades complementarias no presenciales en videos [3] y los primeros modelos de evaluación con celulares [4], por citar algunas de sus producciones, en el período 2020-2021 se centró en la búsqueda

de “Nuevas herramientas de evaluación formativa en Química” (PID), tratando de extraer el máximo potencial a la incorporación virtual de los trabajos prácticos (TP) en el laboratorio, a través de videos y simulaciones logradas por los mismos docentes y alumnos becarios en dicha casa de estudio.

Continuando las estrategias de PID anteriores, cuyas actividades prácticas y de coloquios, e incluso para los mismos parciales, centrados en aprendizajes basados en problemas (ABP) [5] propuestos a través de diversas metodologías en las aulas virtuales de cada una de las ingenierías, la presente labor tiene por objetivo identificar la respuesta del aprendizaje a los trabajos prácticos de laboratorio, profundizando en las evaluaciones aplicadas a cada TP, bajo la plataforma Moodle implementada en el Campus de nuestra facultad, en tiempos de no presencialidad. El ABP asume que el estudiante aprende de un modo más adecuado cuando tiene la posibilidad de experimentar, ensayar o, indagar sobre la naturaleza de fenómenos y actividades cotidianas.

La búsqueda de los docentes de nuestra cátedra por continuar con el desarrollo de las capacidades necesarias para que los alumnos puedan integrar, en el nuevo contexto de virtualidad, un aprendizaje de conocimientos con la adquisición y el desarrollo de competencias, abre nuevas estrategias didácticas y de evaluación formativa, que serán tenidas en cuenta en el retorno de la presencialidad en las aulas.

## Desarrollo

Enfocados en el ABP, y bajo el contenido disciplinar de las Guías de TP para Química General de nuestra cátedra, se formularon hasta el momento 2 simulaciones y 3 videos, respetando los objetivos, procedimientos y cálculos implementados en tiempo de presencialidad, buscando que el estudiante los resuelva para desarrollar algunas de las competencias previamente definidas. Para ello se tomó como muestra poblacional, un total de 179 alumnos ingresantes a las carreras de las ingenierías Mecánica, Eléctrica y Civil, que ofrece nuestra facultad.

La metodología consistió en presentar a los alumnos, dos didácticas diferentes para la ejecución de los trabajos prácticos: una de forma sincrónica (*Densidad de sólidos y Preparación de una Disolución*) y otra de forma asincrónica (*Separación de Fases, Precipitación y Filtración y Cinética Química*), habiendo ya desarrollado los contenidos teóricos- prácticos anteriormente. Si bien cada trabajo fue visto, practicado y resuelto individualmente, para el último video de cinética, se propició la participación grupal (de a 3 o 4 estudiantes), promoviendo una actitud de estudio colaborativa para mejorar la motivación hacia la educación científica.

Siguiendo el cronograma académico, la semana previa a la realización de cada TP, el docente explicó el desarrollo de la actividad utilizando como herramienta la videoconferencia con la aplicación TEAMS de Microsoft. En simultáneo, el estudiante tuvo disponible en el aula virtual del Campus, el módulo identificativo del TP (ver Figura 1), cuyo contenido, a la semana siguiente, le permitió efectuar la lectura de la guía de trabajo (archivo PDF), observar videos introductorios al tema y lograr una pequeña ejercitación para que pueda acceder al material elaborado por el docente para dicho TP.

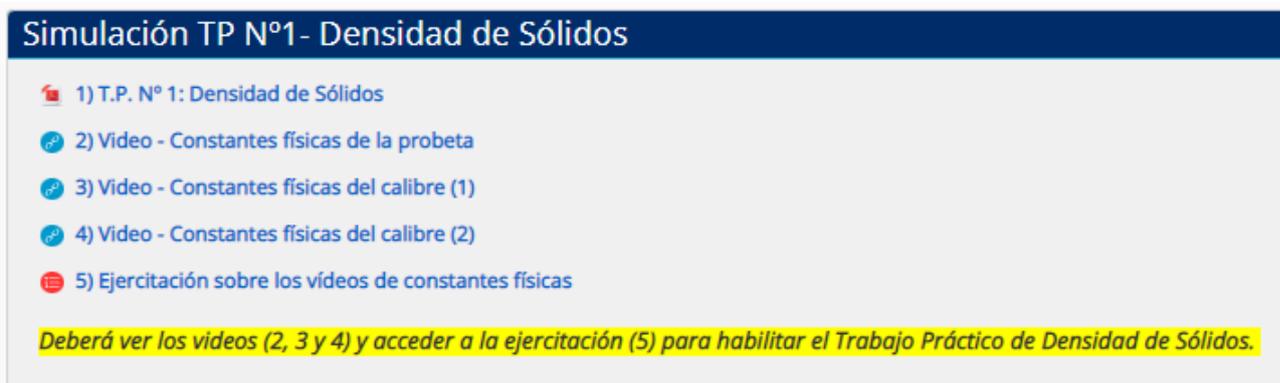


Figura 1: Links introductorios a la realización del trabajo práctico.

### Trabajos Prácticos Sincrónicos

El día de la realización del TP, y habiendo realizado las ejercitaciones anteriormente propuestas, cada alumno asistió a su clase de coloquio (aproximadamente con una duración de dos horas y cuarto), conectándose, simultáneamente, a su cuenta institucional de TEAMS y al aula virtual del campus (ver Figura 2). Por otro lado, el

docente dio inicio a la ejecución individual de la simulación preparada, orientando a los alumnos ante cualquier inconveniente que surgiese.

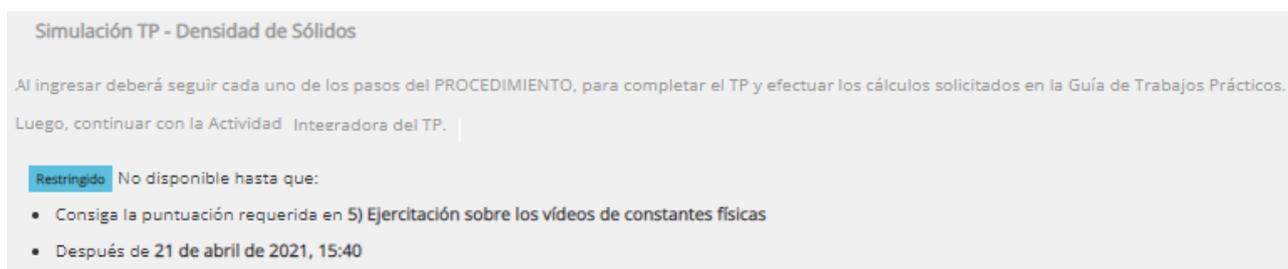


Figura 2: Ingreso a la simulación del TP.

La simulación fue creada con el software CONSTRUCT 2. El mismo es un programa motor de juegos en 2D basado en el lenguaje HTML 5. A través de la misma, el alumno siguió paso a paso el procedimiento de la simulación, junto a material de videos realizados en la cátedra. Concluida la actividad, el estudiante tuvo acceso a una hoja de cálculos y tablas a partir de lo cual procedió a resolver, en hoja escrita, el cuestionario del TP (ver Figura 3). Finalmente, cada alumno subió sus resultados, incluyendo el DNI, como una foto en archivo JPG, DOCX o PDF a un espacio del aula virtual. Posteriormente, esta tarea fue corregida por los docentes a cargo e informada a los alumnos sobre sus aciertos y errores. Adicionalmente, los alumnos tuvieron que responder 4 preguntas teórico-prácticos como parte de la Actividad Integradora (punto 7) y una encuesta final (ver Figura 4).



Figura 3: Imágenes del trabajo en simulación.

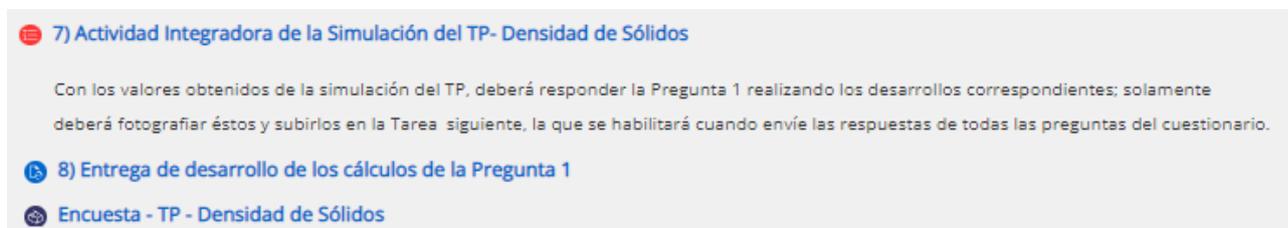


Figura 4: Actividades finales de la simulación.

### Trabajos Prácticos Asincrónicos

De igual manera, y una vez completa la lectura y ejercicios previos dispuestos en un módulo de cada aula virtual, se le brindó al estudiante un video realizado por el docente de cátedra, en el cuál se representa el TP de la guía proporcionada (ver Figura 5). En esta modalidad, El alumno dispuso de una semana completa para ver el mismo, resolver los cálculos propuestos y subir la foto de sus producciones. Además de ello, también contó con la actividad de ejercitación evaluativa como en el caso de las simulaciones. En esta oportunidad, las dudas que surgieron fueron abordadas en las clases consultas, el foro del aula o por mensajería.

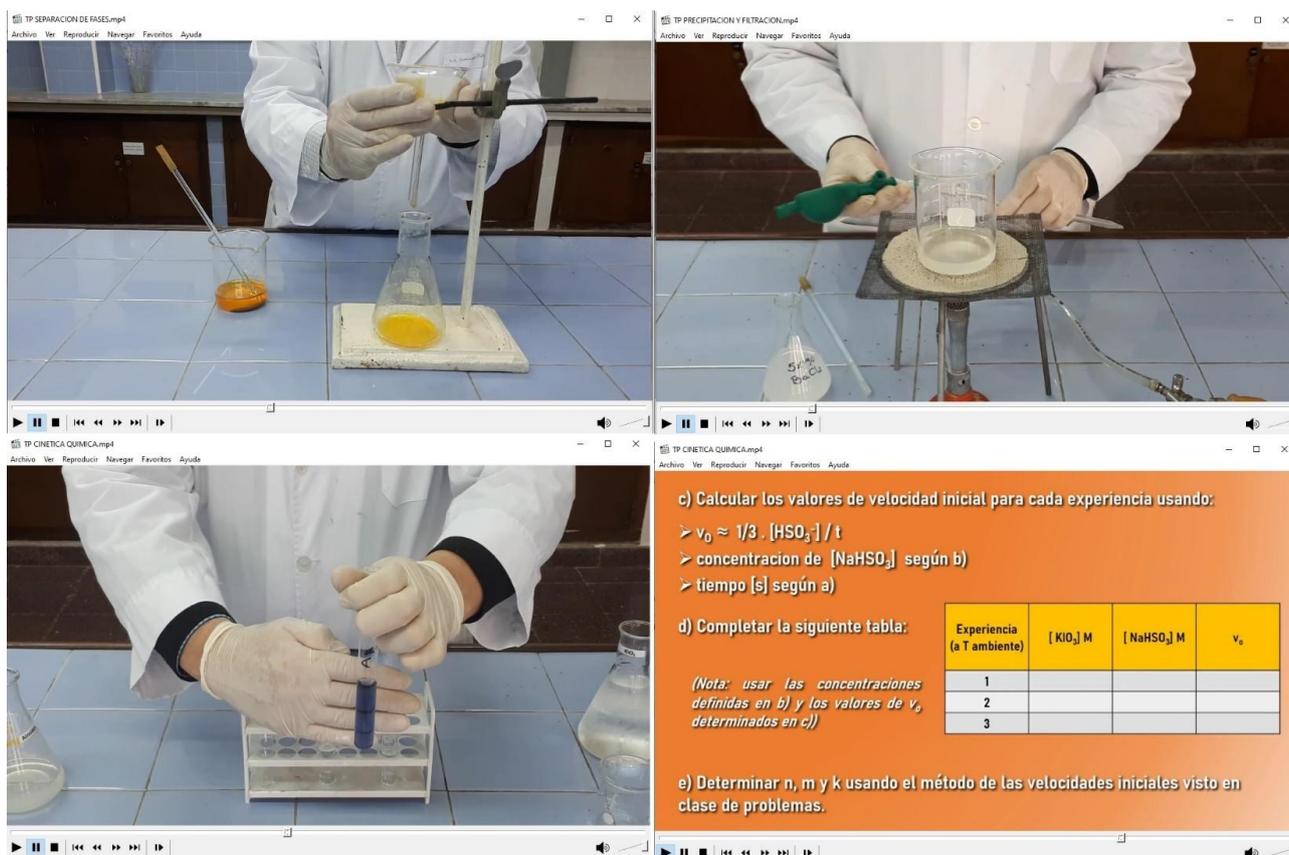


Figura 5: Videos de los TP Asincrónicos.

### Herramienta Evaluativa

Con la idea de comparar los resultados de ambas experiencias didácticas, se elaboraron las actividades bajo una misma estrategia: a) sólo habiendo culminado el TP, el alumno pudo acceder a realizar la actividad programada; b) la actividad evaluativa del TP sincrónico culminó al terminar la clase del coloquio, brindándole al alumno unos 40 minutos para su realización; c) la realización del TP asincrónico, junto a su actividad evaluativa, tuvo un límite de tiempo de una semana; d) la Actividad Integradora fue organizada bajo el entorno MOODLE, con una base de preguntas en formatos de arrastrar y soltar textos, opción múltiple, identificación de imágenes, verdadero y falso, multinumérica, selección de palabras faltantes, entre otras.

Por otro lado, la corrección de las preguntas que componen la Actividad Integradora de cada TP se efectuó según:

- La primera pregunta, aquella que el alumno subió como un archivo PDF, JPG O DOCX, estuvo a cargo de un docente quien, luego, procedió a dar la correspondiente devolución.
- Las 4 preguntas restantes, fueron corregidas por el sistema pudiendo el alumno conocer el resultado de las mismas.

### Resultados

A partir de las evaluaciones de TP obtenidas, se presentan las siguientes tablas de resultados:

Tabla 1. Valoración de Media de Aprobación.

	Alumnos	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
Mecánica A	37	87,8	93,4	79,7	81,8	82,9
Mecánica B	24	85,5	94	75,4	80,9	79,5
Eléctrica	30	87,9	95,8	83,5	81,7	92,9
Civil A	50	91,3	95,7	91,8	85,4	- (*)
Civil B	38	88,3	91,9	70,2	74,9	87,9

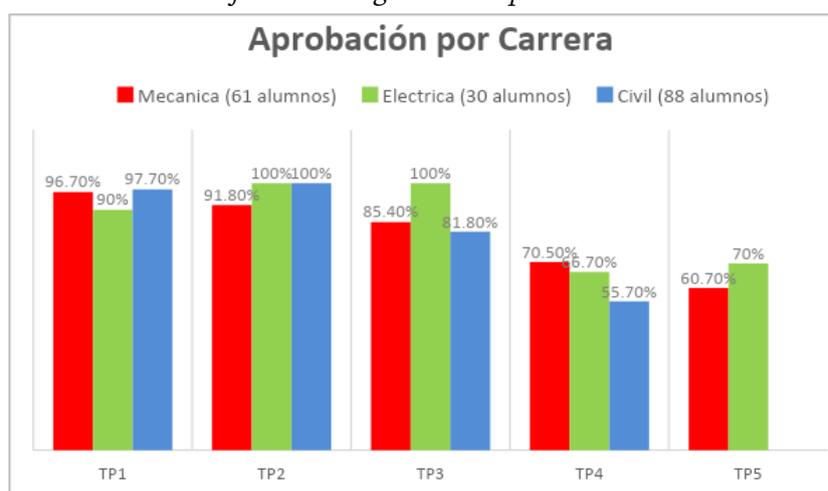
Tabla 2. Porcentajes de Desaprobación.

	Alumnos	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
Mecánica A	37	5,4%	2,7%	16,2%	21,2%	32,4%
Mecánica B	24	0%	16,7%	12,5%	41,7%	50%
Eléctrica	30	10%	0%	0%	33,30%	30%
Civil A	50	0%	0%	12%	26%	- (*)
Civil B	38	5,30%	0%	26,30%	68,40%	52,60%

Aclaraciones:

- TP1 y TP3 desarrollados en simulación y videoconferencias; TP2, TP4 y TP5, en formato de videos.
- En el porcentaje de desaprobación, no solo se contabilizan los valores menores al 60% de aprobación, sino también las inasistencias al TP.
- (\*) Datos no obtenidos por la falta de realización del TP.

Gráfica 1. Histograma de Aprobaciones al TP



## Conclusiones

La determinación de la asistencia a los Trabajos Prácticos (TP) se efectuó por la presencia virtual sincrónica para los realizados en formato Simulación, mientras que, para aquellos abordados en formato de video se exigió el 60 % del puntaje de la Actividad Integradora correspondiente.

De la Tabla 1 se deduce un alto nivel de notas de aprobación a los distintos TP (muy superior al 70% del total en muchos), lo que conlleva a pensar en el buen entendimiento del trabajo práctico por parte de los alumnos.

El aumento del porcentaje de desaprobación (ver Tabla 2) a medida que se realizaron los TP en el año, podría explicarse por el mayor grado de complejidad que presentan los temas involucrados y al no seguimiento progresivo de los mismos por parte del alumnado a través del estudio. Esta situación, tal vez, generó una actitud de desaliento lo cual se ve reflejado en el dato de la paulatina deserción de los alumnos en el cursado de Química General; no obstante, y como lo indica la Gráfica 1, queda en evidencia una alta tasa de aprobación de los trabajos, declinando la misma a partir del TP3, el cual se realizó a finales de junio de este año.

Sin embargo, como conclusión general, se observó una buena aceptación por parte de los alumnos de primer año en cuanto a esta nueva didáctica de trabajo y evaluación para con los trabajos prácticos de laboratorio. La posibilidad de recurrir a diferentes TIC y programación de simulaciones, hizo que la materia Química General, no sólo no deje de dar su currícula en tiempos de no presencialidad, sino que proyecte esta nueva labor a futuro, como refuerzo de la enseñanza y aprendizaje a los alumnos en el retorno físico a sus aulas.

## Referencias

- [1] Magnani, E. (2020). Educación y tecnologías. Adentro de la caja. En Dussel, I; Ferrante, P.; Pulfer, D. (comp) Pensar la educación en tiempos de pandemia. (86-87). Editorial UNIPE. Buenos Aires, Argentina.
- [2] Avalis, C. A., Liprandi, D., Nosedá, J. C. y Schiappa Pietra, J. M. (2015). Primera validación de un curso de nivelación de química, a través del campus, para alumnos ingresantes a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. Revista The Journal of the Argentine Chemical Society. Internacional. Con referato. Vol. 102 (1- 2). ISSN: 1852- 1207.
- [3] Schiappa Pietra, J. M., Avalis, C. A., Liprandi, D., Fuentes, M. y Mazzieri, V. (2018). La ACNP como herramienta de alfabetización científica en la Ingeniería”, perteneciente al libro de investigación: “Las Competencias y la sociedad del conocimiento”. Capítulo de Libro. Editorial Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo (CIMTED). ISBN: 978-958-56608-0-9. Primera Edición. Colombia.
- [4] Schiappa Pietra, J. M., Avalis, C., Córdoba, C., Fuentes, M. y Mazzieri, V. (2019). Evaluación de trabajos prácticos en química a través de entornos virtuales de la FRSF, UTN. Jornadas de Ciencias y Tecnología. Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional.
- [5] Cañas Cano, M. F. (2019). ABP: reestructurando los laboratorios de Química. Revista de Docencia Universitaria. Vol. 17(2), julio-diciembre 2019, 25-39 ISSN: 1887-4592. Universidad de Piura, Perú.

# La evaluación en tiempos de pandemia

## Evaluation in times of pandemic

### Roberto Muñoz

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información - Argentina  
robertmunioz@gmail.com

### Andrés Kabusch

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información - Argentina  
arkabuschi@gmail.com

### María Alejandra Odetti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información – Argentina  
maaodetti@gmail.com

### Andrea Delgado

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información - Argentina  
andreadelgado@gmail.com

### Claudia Castro

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba – Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información - Argentina  
ingclaudiacastra@gmail.com

## Resumen

El presente artículo permite poner en contexto algunas consideraciones respecto de las oportunidades y amenazas que implicó el proceso de evaluación de los aprendizajes, en las asignaturas universitarias y en tiempos de virtualidad, provocada por el aislamiento dispuesto a partir de la pandemia de COVID 19. Se exponen diferentes experiencias relacionadas con el diseño e implementación de estrategias de evaluación, de las que surgen algunas hipótesis de trabajo referidas a las dificultades y posibilidades que se generaron a partir de tal contexto. Se enmarca dentro de las actividades de diagnóstico de un proyecto homologado y se considera un antecedente de valor en él.

**Palabras clave:** Evaluación, Virtualidad, Competencias.

## Abstract

This article aims to visualize and contextualize some thoughts as regards the opportunities and threats that involved evaluating university subjects in times of virtuality caused by the preventive social isolation caused by the COVID 19 pandemic. Several different experiences are shown about the design and the application of evaluation strategies, that is why some hypotheses are developed as regards the difficulties as well as the possibilities that can appear in that context. It is part of the diagnostic activities of an approved research project and is considered a valuable antecedent.

**Keywords:** Evaluation, Virtuality, Competencies.

## Introducción

La evaluación y sus implicancias es, quizás, uno de los aspectos más complejos en relación con el desarrollo de procesos de enseñanza y de aprendizaje en la Universidad, y sobre todo desde el enfoque por competencia. En ese sentido, se han identificado algunos aspectos que permiten dar mayor claridad al análisis:

La evaluación es un proceso continuo que muchas veces se confunde exclusivamente con la cuestión de medir el logro de aprendizajes por parte de los estudiantes.

- a) Así como existen estilos y paradigmas en relación con los modos de enseñanza, también existen estilos y conceptos internalizados respecto de los modos de evaluar.
- b) La evaluación no significa exclusivamente acreditación. Sin embargo, en general, la evaluación en la Universidad se formaliza exclusivamente en instancias sumativas o acreditativas (exámenes parciales, trabajos prácticos, coloquios y exámenes finales).
- c) Evaluar el logro de aprendizajes depende, en gran medida, de una concepción de aprendizaje que tiene dos miradas complementarias pero contrapuestas:
  - concebir que aprender es conocer, y necesariamente memorizar, o
  - concebir que aprender es saber y saber hacer, pensando en el concepto de competencia.

En tal sentido es imprescindible reconocer el carácter complejo de la evaluación y, a partir de ello, comprender que la virtualidad complejizó aún más este proceso debido, fundamentalmente, a la imposibilidad de evaluar físicamente a los estudiantes, ya sea mientras desarrollan un examen escrito como en el momento de una exposición oral presencial.

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental exponer algunas estrategias y percepciones relacionadas con el proceso de evaluación en la Universidad, a partir de ejemplos concretos y poner en cuestión la importancia de la presencialidad en ese proceso, fundamentalmente en lo que se refiere a la coherencia entre el proceso realizado y el aprendizaje evaluado. Además de ello, se analizan y ponen en evidencia las dificultades y oportunidades que presentan las herramientas virtuales utilizadas para llevar adelante las evaluaciones.

Si bien no es intención del artículo realizar un desarrollo teórico relacionado con el concepto de evaluación y sus implicancias, se plantearán a continuación algunas cuestiones que se consideran significativas para dar marco a los planteos que se realizarán posteriormente. En primer lugar se considera central el siguiente aporte:

“En general la evaluación aparece indisolublemente ligada a la práctica de la educación. Toda acción educativa, técnicamente, es susceptible de ser evaluada. Esto ocasiona una cierta proliferación de modelos y estrategias para realizar dicha tarea. Sin embargo, poco se ha avanzado en la reflexión sobre los fundamentos teóricos de esta actividad o sobre sus implicancias políticas. [...] a través de un programa de evaluación adquiere concreción un conjunto de teorías y concepciones sobre la sociedad y la educación [...]. De ahí que la misma evaluación educativa sea, en sí misma, una acción política.” (Díaz Barriga, 1987)

Si consideramos que la evaluación es un proceso de recolección de información sobre el aprendizaje de los estudiantes, para la toma de decisiones según algunos criterios previamente definidos, notamos que la evaluación está presente en todos los procesos de enseñanza y de aprendizaje. La importancia de la evaluación en el enfoque de formación por competencias, hace hincapié en crear escenarios y estrategias de evaluación en la que se observe el desempeño del estudiante como resultante de su papel activo en el proceso de aprendizaje.

Otra cuestión significativa alude al concepto de autenticidad de la evaluación. Es importante este concepto porque alude a pensar diferentes grados de autenticidad. En ese sentido se destaca a continuación el análisis de Monereo (2009), al señalar diferentes concepciones relacionadas con plantear evaluaciones auténticas:

- a) Auténtico en calidad de evaluación genuina o legítima al tratarse de una evaluación propia a la forma de evaluar del profesor. En este sentido podríamos hablar de proximidad ecológica en cuanto a que parte de los recursos “naturales” del profesor.
- b) Auténtico en calidad de propedéutico: Como preparación para enfrentar evaluaciones similares en esta u otra materia de éste o de próximos cursos.
- c) Auténtico en calidad de funcional: Útil para resolver necesidades del estudiante en sus diferentes escenarios de desarrollo (también en el académico).
- d) Auténtico en calidad de centrado en la evaluación de la actuación o realización de una tarea (performance-assessment): Orientado a valorar las operaciones necesarias para solucionar el problema o tarea.
- e) Auténtico en calidad de extra-académico: La situación o problema que se plantea está vinculada a escenarios no escolares. Los problemas intra-académicos (intramatemáticos, intralingüísticos o intracientíficos), que aludirían a cuestiones propias del universo disciplinar, por ejemplo, símbolos, estructuras y objetos matemáticos serían poco auténticos, desde esta perspectiva.

f) Auténtico en calidad de verosímil: La situación que se plantea al estudiante podría realmente ocurrir, por más que no le ocurra a él necesariamente.

g) Auténtico en calidad de real: La actividad desarrollada no solo se produce en condiciones prácticamente idénticas a las que habitualmente conocemos, sino que además se trata de una actividad en la que el alumno o ya ha estado involucrado en la vida cotidiana o lo estará en un futuro próximo.

El artículo está relacionado a las actividades planteadas en el Proyecto de Investigación PID-A: “Aportes para la formación en competencias desde las prácticas de enseñanza mediadas tecnológicamente, en el marco de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información en cuatro facultades regionales de la Universidad Tecnológica Nacional” (Código TEAIBCO0008216) y brinda antecedentes que permiten enmarcar el trabajo empírico posterior, en relación a la evaluación de competencias mediadas por tecnologías.

## Desarrollo

En una primera instancia, se realizarán algunas consideraciones relacionadas con las implicancias de la evaluación en la virtualidad. En ese sentido, se plantean tres aspectos fundamentales que involucran ciertas tensiones al interior de las cátedras y delimitan problemáticas concretas en relación con el proceso de evaluación. Estas cuestiones se visualizan fundamentalmente en el momento de elaborar exámenes de tipo sincrónicos, replicando la práctica presencial de un examen escrito tradicional:

- 1) Aspectos relacionados con la elaboración del instrumento de evaluación.
- 2) Aspectos relacionados con el desarrollo de la evaluación.
- 3) Aspectos relacionados con la corrección, calificación, devolución de los resultados de la evaluación y de la retroalimentación.

Estos tres aspectos estarán condicionados a su vez por las características de la asignatura, la cantidad de docentes involucrados en la tarea y el número de estudiantes a evaluar.

En relación con el primer aspecto, evaluar en la virtualidad plantea cuestiones significativas en el momento de elaborar el instrumento de evaluación. En una práctica tradicional, la evaluación, generalmente, se realiza a partir de un documento escrito, que se distribuye entre los estudiantes y en el momento del examen. En el nuevo escenario de la virtualidad, el examen es desarrollado a partir de un determinado recurso brindado por alguna plataforma virtual y enviado a los estudiantes para su realización. La elaboración de tal instrumento supone entonces dos cuestiones fundamentales: tener en cuenta la confiabilidad del mismo y poder lograr una efectiva claridad en la exposición de consignas y criterios de evaluación.

Teniendo en cuenta la confiabilidad, y dependiendo del medio técnico seleccionado, la estrategia de evaluación requiere disponer de la infraestructura necesaria para tener la tranquilidad de poder llevar adelante la misma sin tener dificultades que puedan complicar el desarrollo.

Con respecto a las consignas, la dificultad de no realizar el examen en un contexto presencial implica un trabajo extra que requiere una revisión profunda y eficiente, evitando que haya ambigüedades o errores que se planteen en el instrumento. Cualquier duda o cuestión que surgiera en el momento de llevar a cabo la evaluación, si esta fuera remota y estuviera asociada a un tiempo concreto, implica utilizar otra herramienta complementaria para evacuar esas dudas. Además, demandará brindar información sobre los criterios de evaluación implicados ya que el estudiante debe tener claro, en ese momento, cuales son los puntos clave que se exigen para llevar adelante una evaluación exitosa.

Es evidente que, en un marco presencial, estas dificultades se resuelven rápidamente a través de la consulta con el docente.

En segundo lugar, y analizando el momento mismo de desarrollo de la evaluación, existen dos aspectos centrales y de gran preocupación para los docentes y que provocan una tensión respecto de las prácticas tradicionales. Estas cuestiones están relacionadas fundamentalmente con el hecho de que la evaluación de los estudiantes sea auténtica y no se habilite la posibilidad de utilizar estrategias relacionadas con resolver las consignas planteadas en la evaluación de manera fraudulenta, que impidan reflejar de la mejor manera posible el logro de ciertos aprendizajes por parte del estudiante en relación al tema.

En ese sentido, las posibilidades que brinda la herramienta y el contexto de la evaluación deben ajustarse, para

lograr que la evaluación sea un fiel reflejo de la realidad de los estudiantes. Muchas plataformas permiten el desarrollo de exámenes con características aleatorias, modos de navegación y recorrido de los cuestionarios, que acotan los tiempos necesarios para aplicar estrategias relacionadas con obtener las respuestas a las preguntas del examen, sean estas cuestiones que impliquen un desarrollo por parte de los estudiantes o preguntas del tipo “multiple choice” o similares.

Es muy posible, entonces, que pensar en estrategias de evaluación auténticas requiere de un estudio de las posibilidades que proveen las herramientas para impedir o disminuir las posibilidades de utilizar estrategias que permitan resolver la evaluación de manera exitosa a partir de fraudes. Es evidente que, como se verá más adelante, esta reflexión y análisis dependen también del volumen de exámenes a realizar, teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes y las comisiones que pudieran intervenir en el mismo.

El último aspecto tiene que ver con los cambios que se producen en la actividad posterior a la evaluación, desde la corrección y calificación de los exámenes hasta la devolución de los mismos con su correspondiente retroalimentación.

En primer lugar, existe una gran tensión entre la manera de diseñar la evaluación y los tiempos y recursos disponibles para efectuar la corrección y determinar la calificación. Esa dicotomía, básicamente, apunta a lo siguiente: la elaboración de evaluaciones con mayor nivel de estructuración, y la consecuente facilidad que aportan muchas herramientas virtuales para la corrección automática, permite solucionar el tema de la calificación de la evaluación de manera ágil y dinámica, con poca o nula intervención del docente, ya que las respuestas correctas están precargadas y es la misma herramienta la que realiza la ponderación de la nota o puntaje.

Sin embargo, es evidente que a medida que la evaluación se plantea con menores niveles de estructuración, priorizando una mayor intervención por parte de los estudiantes para conocer el desempeño de situaciones concretas, por ejemplo resolviendo y exponiendo de manera completa un problema planteado, la capacidad de las herramientas para realizar correcciones automáticas es mucho menor y ello requiere, necesariamente, un tiempo posterior de revisión que suele ser dificultoso si se lo compara con la práctica tradicional de revisar exámenes escritos, por ejemplo cuando los resultados son enviados a través de fotografías, espacios abiertos de escritura o capturas de imágenes.

Lo anterior también se puede plantear en relación con la devolución y retroalimentación de la evaluación. Si bien muchas de las evaluaciones que se desarrollan en este contexto tienen carácter sumativo, es importante no resignar como instancia de aprendizaje y es por ello que la retroalimentación posibilita la revisión de los errores cometidos y revisar su conocimiento sobre el tema.

En este sentido, y pensando en la retroalimentación, pueden realizarse las mismas consideraciones que las realizadas para la calificación. Todas las herramientas que permiten estructurar las evaluaciones sincrónicas permiten explicitar retroalimentaciones y devoluciones pero requieren, evidentemente, un proceso previo de elaboración de esa retroalimentación para cada pregunta, y para cada opción, planteada en el examen. Si la evaluación no es estructurada, la retroalimentación debe ser realizada para cada examen en el momento de la corrección, lo cual amplía claramente los tiempos posteriores.

A los efectos de la descripción, se tendrán en cuenta tres experiencias de cátedra. Con el propósito de no identificar las cátedras en cuestión, se realiza a continuación un listado que permitirá identificar las diferentes asignaturas en el análisis posterior:

Asignatura A: Área de enseñanza de las matemáticas. Asignatura B: Área de enseñanza de las tecnologías educativas. Asignatura C: Área de enseñanza de ingeniería aplicada.

Se describen a continuación las maneras de evaluar en el contexto de pandemia y los cambios que ocurrieron respecto al modo en que se evaluaba en la modalidad presencial. Es muy importante destacar que la presente descripción apunta a mostrar cuestiones significativas relacionadas con la evaluación, en todos los aspectos mencionados con anterioridad, y poder luego establecer comparaciones que faciliten establecer algunas conclusiones parciales.

La asignatura A planteó la evaluación durante el período de virtualidad en tres instancias. La primera de esas

instancias, que podría considerarse formativa, fue el planteo de una autoevaluación administrada a través de un cuestionario con preguntas de opción múltiple, donde se evaluaban diferentes aspectos relacionados con la resolución de actividades prácticas de la asignatura, a través de problemas matemáticos. Esta instancia no era obligatoria para los estudiantes y la retroalimentación que recibían, quienes la realizaban, apuntaba a la indicación relacionada con haber elegido o no la respuesta correcta, sin ningún comentario extra al respecto.

En relación con la evaluación sumativa, la misma se planteaba de dos maneras diferentes:

- Exámenes parciales: Se planteaban a través de un cuestionario administrado a través del campus virtual de la facultad. El mismo requería la elección de una opción correcta o la respuesta numérica frente a la resolución de un problema y la elección de la opción correcta, frente a una pregunta de índole teórico. El mismo no presentaba ningún tipo de retroalimentación más que el puntaje obtenido y la indicación de la respuesta correcta si la misma no lo era.
- Exámenes finales: Se complementa el tipo de examen similar al de las evaluaciones parciales para el desarrollo del práctico de la asignatura con un examen oral vía videoconferencia para el desarrollo del examen teórico. Este último tenía importantes dificultades relacionadas con la exposición por parte de los estudiantes de los desarrollos a efectuar y la escucha clara por parte de los docentes de tal exposición.

La asignatura B plantea la evaluación de un modo totalmente diferente a la anterior. El esquema básico comprende tres etapas fundamentales:

- a) Actividad diagnóstica: en la cual a partir de un video los estudiantes se presentan y expresan sus expectativas, y una encuesta en la que se indaga sobre sus conocimientos previos.
- b) Actividades de seguimiento o de proceso: Los estudiantes realizan diferentes actividades de conceptualización y aplicación de los diferentes contenidos que se desarrollan en las unidades. Cada una de estas actividades implica la utilización de diferentes estrategias relacionadas con la búsqueda de información, el análisis de un caso práctico, la exposición de un tema concreto frente al curso, etc. Aparte de lo estrictamente conceptual, el foco de las actividades radica, además, en poner en juego determinadas competencias tales como el uso de herramientas TIC, el desarrollo de la oralidad, la elaboración de presentaciones efectivas, etc.
- c) Actividades sumativas: La evaluación sumativa comprende la realización de tres trabajos prácticos que se basan, fundamentalmente, en el diseño y construcción de diferentes recursos tecnológicos-didácticos basados en la utilización de TIC para la intervención en un escenario educativo real. Estas estrategias se plantean desde un punto de vista integrador, ya que los estudiantes deben complementar el desarrollo técnico de la herramienta con las diferentes cuestiones pedagógicas que se trabajan en las diferentes unidades del curso. En este sentido, los estudiantes deben realizar un trabajo concreto de integración con apoyo interdisciplinario, que apunte a la coherencia y la aplicabilidad de las diferentes herramientas en pos del objetivo educativo.
- d) Si los estudiantes no logran alcanzar los objetivos planteados para la promoción de la asignatura, se realiza un examen oral integrador en el cual el estudiante plantea un recorrido, a través de una presentación que debe elaborar, de los diferentes aspectos teórico-prácticos de la asignatura.

En todas las etapas anteriores de evaluación, la cátedra realiza un seguimiento concreto de las actividades, ya sean grupales como individuales. Este seguimiento comprende la realización de tutorías permanentes que se llevan a cabo durante las clases sincrónicas por videoconferencia, en la que cobra significado para el desarrollo de las competencias, la retroalimentación que se efectúa durante la evaluación parcial de las herramientas desarrolladas.

En relación con la asignatura C, cuyo objeto de estudio es el conocimiento y aplicación de técnicas de ingeniería, se pudieron visualizar las siguientes estrategias de evaluación:

- Para cada unidad temática o núcleo de contenidos fundamentales, se plantea un seguimiento semanal de los diferentes temas a través de una guía de lectura de materiales y cuestionarios asociados a tales guías que los docentes revisan para luego efectuar una retroalimentación de cada guía realizada.
- Las evaluaciones parciales sumativas se plantean a través de la resolución de un problema basado en un caso concreto de aplicación, en la cual el estudiante debe utilizar los conocimientos adquiridos para elaborar una solución posible al problema planteado siguiendo las recomendaciones y cuestiones que se plantean durante el desarrollo de la asignatura. Tal desarrollo debe ser expuesto y justificado en una instancia oral planteada a través de una videoconferencia.
- Los exámenes finales son orales y apuntan a evaluar cuestiones conceptuales de la asignatura.

Se considera importante también resignificar estas prácticas, comparándolas con las prácticas evaluativas

planteadas durante la presencialidad plena, previa al período de pandemia. En ese sentido, se expondrán a continuación los aspectos fundamentales relacionados con los cambios ocurridos al implementar nuevas estrategias.

En la materia A la concepción de evaluación cambió radicalmente por las siguientes razones:

- a) La virtualidad significó un cambio radical del instrumento de evaluación, utilizado tanto para los trabajos prácticos de seguimiento como para los exámenes parciales. Este cambio se basa fundamentalmente en la conversión, desde un examen escrito con consignas basadas en la resolución de ejercicios hacia un cuestionario con preguntas cerradas de opción múltiple.
- b) Lo anterior, evidentemente, cambió radicalmente cómo se conciben los ejercicios y las dificultades que implica cada uno. En la evaluación presencial, controlada, por así decirlo, el ejercicio se planteaba más como un problema a resolver, en donde el estudiante debía utilizar las diferentes herramientas matemáticas estudiadas. En la evaluación virtual, los ejercicios se plantean de manera diferente debido, fundamentalmente, a la necesidad de establecer opciones significativas que apunten a evaluar la aplicación correcta de los conceptos.
- c) La retroalimentación resulta, evidentemente, muy diferente. La corrección de un examen escrito y las observaciones planteadas en el mismo se constituyen en indicios que permiten continuar el proceso de aprendizaje de los estudiantes; mientras que la elección por bien o mal de una opción provoca un cierre en ese sentido y no facilita la reflexión posterior del estudiante a partir de su error. Además de lo anterior, el proceso de revisión y corrección de un desarrollo facilita al evaluador sopesar la calidad de los errores y evaluar el proceso, atendiendo a diferenciar aquellos que son conceptuales y significativos de los que son secundarios, pero que provocan una diferencia en la solución final. En el examen con opciones múltiples, cualquier error secundario provoca que la pregunta no sea correcta, sin permitir a los evaluadores distinguir qué aspecto fue el que provocó el error.

En relación con la asignatura B, se pudo observar que la metodología de evaluación y seguimiento no cambió radicalmente, salvo por la notable diferencia entre la realización de tutorías de manera presencial y las que se realizan por videoconferencia. En este último sentido, y teniendo en cuenta las percepciones que cada docente tiene al respecto, la principal diferencia radica en cómo afecta a cada docente en particular el hecho de plantear el intercambio de manera presencial o de manera virtual.

En relación con la asignatura C, el cambio en el instrumento de evaluación resultó altamente significativo en relación a lo que previamente se realizaba. En ese sentido, la cátedra planteaba exámenes parciales con determinada fecha y horario de resolución que apuntaban, fundamentalmente, a poner en juego, en ese momento determinado, ciertos conocimientos que se aplicaban en la resolución de un problema concreto, mucho más básico de los que se pudieron desarrollar en la etapa de virtualidad. El hecho de que el estudiante se encontrara rindiendo en un espacio y lugar determinado validaba la posibilidad de cotejar lo aprendido con lo que se había desarrollado en la asignatura. Al plantear la modalidad diferente de proporcionar al estudiante la posibilidad de resolver un problema o caso más significativo y luego exponer o defender el proceso realizado para resolverlo, se revisa claramente el paradigma de evaluación atendiendo a reconocer que la importancia de la comprensión de un determinado tema no radica en su memorización y su utilización en el momento de la evaluación, sino en las competencias que el estudiante pondrá en juego cuando deba resolver el caso en cuestión.

## Conclusiones

Teniendo en cuenta el objetivo básico del presente artículo y que las consideraciones realizadas se plantean a partir del análisis de tres casos concretos de diferentes asignaturas, es posible elaborar algunas conclusiones que pueden resultar preliminares y diagnósticas para continuar profundizando el análisis que se plantea en el proyecto, sabiendo claramente que existe mucha más heterogeneidad que la aquí planteada en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje y, particularmente, de la evaluación.

Una vez aclarado lo anterior se desarrollan a continuación algunos ejes preliminares que pueden resultar de utilidad:

- a) Tal como se explicó anteriormente, la virtualidad puso de manifiesto que evaluar es una tarea muy compleja y que la misma revela claramente la concepción de aprendizaje que cada cátedra desarrolla en sus actividades. El hecho de que los estudiantes no rindan evaluaciones presenciales puso en juego, tal como se pudo explicar, el hecho de qué significa aprender y cómo se puede certificar ese aprendizaje. La posibilidad de que el estudiante posea un entorno de trabajo privado donde pueda contar con materiales y otros tipos de apoyo, en el momento del examen implica la necesidad de reconocer esa cuestión y buscar

estrategias al respecto. Como se pudo visualizar, algunas de ellas se plantean a partir de resignar la evaluación del proceso de los estudiantes durante el examen, mientras que otras, reconociendo esta cuestión, apuntan a que ese entorno privado pueda ser utilizado de manera efectiva por el alumno para resolver un problema quizás más complejo. Al realizar cuestionarios cerrados, es posible afirmar, que se resigna complejidad y profundización en la resolución de problemas acotando el trabajo a la elección de una opción concreta.

- b) Es evidente que las asignaturas que trabajaban previamente desde un enfoque más orientado al proceso del alumno, no vieron resentidas de manera significativa sus estrategias de evaluación, salvo por el hecho de no poder interactuar presencialmente con el estudiante en el momento de las defensas de los trabajos. El hecho de apuntar a la resolución y diseño de proyectos favorece la idea de que el estudiante pueda integrar todos sus conocimientos en el momento de la evaluación, sin importar que deba memorizarlos para utilizarlos. Se visualizan roles diferentes: el estudiante es activo y responsable de su proyecto y el docente es guía y tutor de ese proyecto, facilitando la integración entre los saberes y el desarrollo de competencias por parte del estudiante.
- c) En relación con el desarrollo de competencias, es posible visualizar en las experiencias mencionadas que aquellas asignaturas que apuntan a un enfoque más centrado en el estudiante posibilitan el desarrollo de competencias más amplias que superan el hecho de conocer tal o cual estrategia de resolución o conocimiento que debe ser puesto en juego en el momento de responder las cuestiones planteadas por la evaluación. Si se tiene en cuenta que los nuevos planes de estudio apuntan a enfoques basados en competencias, es posible ver que la situación de pandemia ha puesto de manifiesto que la evaluación tradicional debe ser revisada en pos de facilitar que el estudiante desarrolle las competencias logradas durante el cursado.
- d) Otro aspecto significativo radica en que las experiencias de cátedra que apuntan a proyectos pueden facilitar el desarrollo de competencias relacionadas con el trabajo colaborativo, algo que resulta fundamental formar, pensando en contextos laborales donde el trabajo en equipo, interdisciplinario, es cada vez más significativo.
- e) El último aspecto a tener en cuenta es la cantidad de estudiantes por comisión. Cualquiera de las cuestiones arriba mencionadas puede ser claramente falible si el número de estudiantes a evaluar es muy significativo, provocando tomar decisiones que faciliten instrumentos más masivos y de mayor facilidad de corrección y retroalimentación.

Para cerrar, se considera que las experiencias descriptas son solo una pequeña muestra de un universo heterogéneo y complejo relacionado con las prácticas de enseñanza y aprendizaje en el momento de evaluar. Se intentó desarrollar diferentes modelos que faciliten comprender de qué manera la situación de virtualidad puso en tensión prácticas tradicionales que se consideraban altamente efectivas y que, a la vista de las situaciones transcurridas durante la pandemia, pueden ser revisadas y contextualizadas a los nuevos paradigmas de formación de profesionales universitarios, fundamentalmente en lo que se refiere a la educación basada en competencias.

## Referencias

Anijiovich, R., Cappelletti, G. (2017). "La Evaluación como oportunidad". Buenos Aires: Ed. Paidós.

Cebrian de la Serna, M (2008). "La evaluación formativa mediante eRúbricas". Rev. INDIVISA (Boletín de Estudios e Investigación). Centro Superior de Estudios Universitarios Monografía X, 197-208.

Díaz Barriga, A. (1987). "Problemas y retos del campo de la evaluación educativa", Perfiles Educativos, 37, 3-15.

Monereo, C. (2009). "La autenticidad de la evaluación" en Castelló, M. (Coord) "La evaluación auténtica en enseñanza secundaria y universitaria". Barcelona: Edebé, Innova universitat, 9-21.

# Análisis del rendimiento de evaluaciones de química remotas con celulares (en pandemia) comparado con evaluaciones presenciales (prepandemia)

## Relevance of the performance of remote chemistry tests with cell phones (pandemic) compared to face-to-face tests (pre-pandemic)

Presentación: 15/10/2021

### Marcelo Gottardo

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

### Pablo Sánchez

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
pvcsanchez@frba.utn.edu.ar

### Ayelén García Federico

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
ayegarciafederico@frba.utn.edu.ar

### Santiago Benedetti

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
sbenedetti@frba.utn.edu.ar

### Francisco Annoni

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires – Argentina  
fannoni@frba.utn.edu.ar

## Resumen

Se comparan las medias poblacionales de la totalidad de las evaluaciones de química adaptadas didácticamente para su administración durante la pandemia en un entorno virtual (sincrónico/no presencial) con los resultados de las evaluaciones presenciales realizadas durante 2018 y 2019 para grupos de alumnos equivalentes. Se describe la adaptación tecnológica de las evaluaciones del formato en papel presencial tradicional al formato virtual asincrónico usando los celulares de propiedad de cada alumno y se concluye sobre la pertinencia de las decisiones tecnológicas adoptadas en base al análisis de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** evaluación remota, pandemia, rendimiento, celulares

## Abstract

The population means of all the chemistry evaluations didactically adapted for administration during the pandemic in a virtual environment (synchronous / non-face-to-face) were compared with the results of the face-to-face evaluations carried out during 2018 and 2019 for groups of equivalent students. The didactic adaptation of the evaluations from the traditional face-to-face paper format to the asynchronous virtual format using the cell phones owned by each student is described and it is concluded on the relevance of the technical decisions adopted based on the analysis of the results obtained.

**Keywords:** non-face-to-face tests, pandemic, performance, cellphones

## Introducción

Los datos para este artículo se tomaron del trabajo realizado durante 2020 y 2021 por los equipos docentes de las cinco cátedras de química y química general con apoyo de los directores de UDB y ciencias básicas. Para desarrollo tecnológico trabajaron becarios de los proyectos de investigación.

La utilización de los teléfonos celulares de los alumnos para realizar las evaluaciones remotas de las materias

de la Unidad de Materias Básicas de Química (UDB Química) de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional posibilitó continuar con las tareas evaluativas a pesar de las limitaciones generadas por la pandemia.

Se comparan los resultados de las evaluaciones durante la pandemia en un entorno virtual (sincrónico/no presencial) con los resultados de las evaluaciones presenciales realizadas durante 2018 y 2019 para grupos de alumnos equivalentes. Se describe la adaptación tecnológica de las evaluaciones del formato en papel presencial tradicional al formato virtual sincrónico usando los celulares de propiedad de cada alumno y se concluye sobre la pertinencia de las decisiones tecnológicas adoptadas por las cinco cátedras de la UDB Química de la FRBA en su conjunto.

El análisis comprende a los exámenes parciales, recuperatorios y finales de los estudiantes de ingeniería de las especialidades en informática, eléctrica, electrónica, mecánica, civil, textil, química, naval e industrial que cursaron estas asignaturas desde 2018 a 2021. En esta instancia se excluyen los trabajos prácticos de laboratorio que se tomaron en este formato desde 2017.

Se analizaron las diferencias de las medias poblacionales de las notas de los parciales, recuperatorios y finales de los dos años anteriores a la pandemia y se las comparó con una *t* de Student para dos colas con el 99% de confianza con los mismos baremos de los datos de la totalidad de 2020 y se determinó que las medias no difieren.

## Desarrollo

El sistema de evaluación para exámenes parciales, recuperatorios y finales de las cinco cátedras está unificado desde antes de la realización de este análisis. La UDB Química cuenta con 64 cursos entre las asignaturas Química (Ingeniería en Sistemas) y Química General (resto de las orientaciones) con 28 profesores que, en ambas materias, tienen contenidos y criterios de evaluación definidos y coordinados por las cinco cátedras desde donde se toman las decisiones didácticas para que se pueda definir el marco tecnológico. De la misma forma el acuerdo llega a los contenidos que integran las diez preguntas que se toman tanto en los parciales y recuperatorios como en los finales.

Esta mecánica aceptada permite tener promedio de notas de alumnos (aprobados, aplazados y promocionados) en cada ciclo lectivo que son comparables. La elección de los dos años anteriores a la pandemia se justifica por el hecho de que se realizaron pruebas piloto con evaluaciones estructuradas a partir de las cuales se hizo la adaptación didáctica (De Angelis, 2020) para la versión virtual que se administró desde el comienzo del ciclo lectivo 2020.

Desde las direcciones de cátedras, durante 2018 se planificó para un grupo de 6 cursos sobre 64, una evaluación tradicional a la que se les pidió a los alumnos que consignen los resultados obtenidos en la resolución en sus parciales en papel (Gottardo et al., 2021). De esta manera, además de la resolución de cada problema, debían elegir la opción correcta de entres cinco posibles. Sólo una opción de cada una de las 10 preguntas que componen el examen es correcta. Para la adaptación didáctica, las otras cuatro opciones se las buscó en base a errores comunes que los alumnos cometen en cada tipo de problema que fue tenido en cuenta en la devolución automática. Sólo a modo de ejemplo si dentro del cálculo está el dato de grados Celsius y debe usar la escala absoluta, se pone como posible respuesta el cálculo sin el pasaje de escala: es un error posible y común que llamamos distractor y que debe tener una retroalimentación para remediar el error. Este tipo de retroalimentación en las evaluaciones tradicionales en papel era realizada por cada docente en el momento de dar la devolución de la corrección de la evaluación. En el mejor de los casos una semana después del error.

A partir de 2019, desde las direcciones de cátedras, se aumentó a 10 sobre 64 los cursos que agregaron la modalidad de la grilla y se usó el teléfono celular de cada alumno para que sistematicen las respuestas (Cataldi et al., 2010). Para esto se utilizó Google Forms (Bayarmaa & Lee, 2018; Bubaš & Čižmešija, 2017; Cano Padilla, 2014; Kalnow et al., 2019) que es parte del paquete de G-Suite provisto por la universidad. Esta sistematización de alternativa mixta (escrito presencial y envío de respuestas por Google Forms), más allá de facilitar la corrección sin la necesidad de una grilla impresa y una plantilla de corrección, tenía la ventaja de poder dar retroalimentación específica e inmediata para cada error que cada alumno individualmente cometía, ya que cada respuesta incorrecta estaba asociada a un error común y de esta manera ser de más utilidad como autorrefuerzo (Aebli, 1991, p. 236).

Desde las cátedras se planificó durante 2018 ~~se llevaron a cabo~~ las pruebas piloto, se ajustaron y se realizaron nuevas durante el ciclo lectivo 2019. Cabe aclarar que dentro de los grupos piloto se dejaron cursos sólo en formato papel y no se registraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento. Se aplicó el uso de códigos Quick Response (QR) con excelentes resultados (Gottardo et al., 2020) ya que se dejaba de lado el tedioso

proceso de copiar largos Localizadores de Recursos Uniforme (URL por su sigla en inglés: *Uniform Resource Locator*) para escanear el QR con la cámara del mismo celular y así ingresar al examen en el propio dispositivo.

El proceso de evaluación, y por ende los instrumentos que se usen, no tiene un fin en sí mismo, no se evalúa por evaluar (Camilloni, 2017). Cabe aclarar que la tarea sistematizada es sólo la carga de los datos, de ninguna forma se reemplaza la corrección de las resoluciones: en cada opción elegida se busca la resolución o justificación de la elección de la opción correcta. Si la elección no está justificada, la respuesta carece de validez, entonces cada docente solo tiene que verificar la resolución para dar por válida la respuesta, pero evita la carga administrativa.

Desde las direcciones de cátedras se decidió la estructura de las evaluaciones El instrumento de evaluación que se utilizó fue diseñado y acordado por los directores de cátedra. Implementado con Google Forms, solicitando a los alumnos que fotografien las resoluciones de los problemas en papel y las adjunten como imágenes en el formulario para permitir a los docentes su corrección remota (Figura 1).

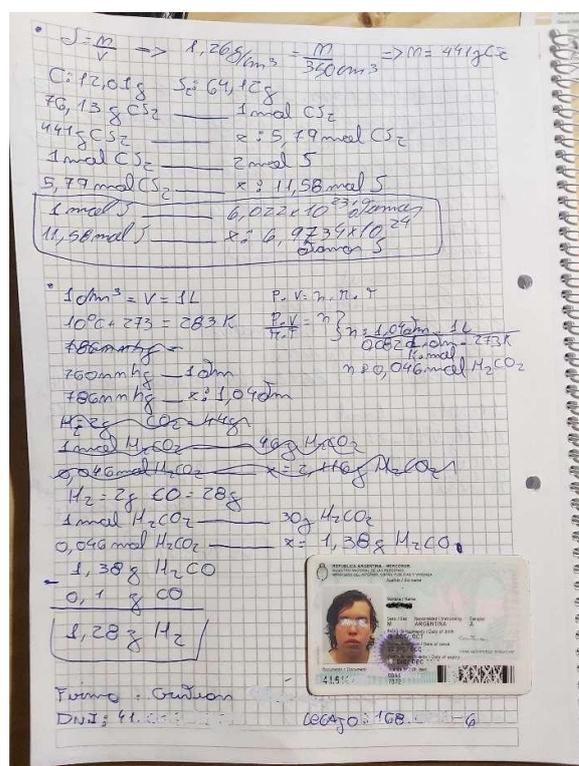


Figura 1: Copia de una de las fotos enviadas para su corrección.

En el diseño del instrumento de evaluación se mantuvo el nivel de complejidad de las evaluaciones parciales presenciales establecidas en la planificación de las cátedras. La cámara del teléfono celular permitió a los alumnos acceder al formulario mediante la lectura del código QR presentado durante el examen y además fotografiar las resoluciones de los problemas junto con su documento para adjuntarlas en el formulario (Figura 1).

Todas estas instancias tienen la estructura de diez problemas con los mismos contenidos por cada pregunta y es la estructura a la que los docentes estaban habituados. A partir de la pandemia la decisión didáctica fue la de centralizar todos los exámenes para formar un conjunto de preguntas equivalentes. La adaptación didáctica principal que se hizo de la versión en papel a la digital y que se probó durante 2018 y se ajustó durante 2019, fue la incorporación de retroalimentación instantánea una vez que el docente confirma las respuestas correctas y/o incorrectas.

Asimismo, para cada respuesta equivocada se redactó una justificación a cada error común, al recibir el conjunto de respuestas, por cada una de las cuatro alternativas incorrectas le corresponde una indicación específica para la corrección. De esta forma cada alumno tiene una retroalimentación inmediata luego de la corrección manual. Cada alumno puede consultar errores cometidos, a su docente en la próxima reunión sincrónica. En el pasaje del sistema mixto de examen presencial combinado con carga de datos en el teléfono celular a la virtualidad sincrónica dentro de la pandemia se tomó la decisión didáctica de que los alumnos, en lugar de entregar las hojas de las resoluciones en papel al docente, fotografiaran las hojas de esas resoluciones poniendo sobre cada una de ellas el DNI con la

foto hacia arriba, firmadas y con su aclaración además de la fecha (Figura).

En el caso de los exámenes finales la retroalimentación se mantuvo al finalizar la entrega y la corrección inmediatamente después de la entrega de las evaluaciones. Pero por otra parte no se pudo evitar el retraso de la retroalimentación como máximo a siete días de rendir las evaluaciones parciales. Los cursos están distribuidos casi equitativamente de lunes a viernes en turno mañana, tarde y noche y los sábados en turno mañana y tarde. Esto implicó la generación de 175 temas distintos de cada instancia para cada turno en cada día de la semana. Los temas dentro de cada día de la semana, gracias a la utilización de Google Forms como plataforma, fueron variabilizados aleatorizando el orden de las preguntas y el orden de las respuestas con lo que todos los alumnos, de por ejemplo martes turno noche, tenían exactamente el mismo examen pero difería en el orden de las preguntas y el orden de las respuestas. Para otorgar a los docentes tiempo de corrección de las fotografías comparadas con las respuestas cargadas por los alumnos en el formulario de Google Forms se optó por dar la retroalimentación al concluir la semana de evaluaciones, con un consiguiente retraso desde un mínimo de 2 horas hasta un máximo de 6 días.

Los estudiantes debieron acreditar su identidad con la documentación correspondiente que adjuntaron al formulario. Durante las evaluaciones debieron comunicarse por Zoom o Meet con sus docentes, y las preguntas las pudieron formular mediante el chat de las plataformas. Todas las evaluaciones remotas sincrónicas que fueron grabadas contaron con el consentimiento previo de cada alumno.

El pasaje del formato en papel al formato fotografía se debió aplicar para los 64 cursos a partir de marzo de 2020 (1721 alumnos) sin tener tiempo de capacitar formalmente a los 28 docentes sobre el uso del sistema. Por ese motivo la coordinación de la mecánica de la toma de parciales recayó en un grupo reducido de docentes y auxiliares que dieron a cada uno de los grupos las mismas indicaciones. La aceptación, colaboración y adaptación de los docentes a esta forma de evaluación fue muy buena y en la que muchos colaboraron con la redacción y revisión de preguntas para los temas ya que fue la mejor alternativa viable.

Los alumnos, además de estar más familiarizados con las TIC, agradecieron la continuidad de su aprendizaje y la posibilidad de ser evaluados en forma remota en todas las instancias, especialmente los que debían rendir examen final. El contar con esta metodología y su rápida adaptación permitió a la UDB Química de la FRBA continuar con la programación de sus evaluaciones casi sin modificaciones sobre el calendario académico fijado antes de la pandemia. Por otra parte cabe destacar que didáctica y pedagógicamente no corresponde evaluar a los alumnos con una herramienta que no les es familiar (Rosales, 1997), por lo que se diseñaron dos simulaciones para que puedan practicar la mecánica de las evaluaciones para que los alumnos no sumen otra preocupación adicional a resolver los problemas. Una simulación se hizo para los exámenes parciales donde cada profesor les indicaba previamente los pasos a seguir y ellos resolvían una serie de preguntas sin contenido específico de la materia, ya que el objetivo era que practicasen la herramienta, y otra para los alumnos que se inscribían a finales. Para dejar en firme la inscripción, debían realizar la simulación como condición para poder ser evaluados.

Se registraron solo 11 alumnos sobre 1721 que prefirieron esperar a la presencialidad para rendir sus evaluaciones a pesar de tener conexión a internet y dispositivo móvil. La cantidad de inconvenientes en la mecánica de esta forma de administración fue menor al 2% y se registraba particularmente en el momento de tener que adjuntar las fotos de las resoluciones, por motivos de memoria en los celulares, falta de batería o nerviosismo típico de un examen. Por otro lado no hubo casos de imposibilidad de realización del parcial/final por falta de dispositivo, en el peor de los casos, en lugar de tener una PC con cámara y el teléfono celular, contaban sólo con el celular, pero lo pudieron realizar la evaluación en tiempo y forma.

**Hipótesis alternativa: existen diferencias en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%.  $H_1 X_1 \neq X_2$**

Hipótesis nula: No existen diferencias significativas en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%  $H_0 X_1 = X_2$

Para el análisis estadístico se usó Excel con una t de Student de dos colas para dos muestras con varianzas iguales y 99% de confianza

Con los datos analizados podemos ver que la diferencia hipotética de las medias es nula y que el valor de P para dos colas es muy inferior a 0,01 (99% de confianza) por lo que podemos rechazar la hipótesis alternativa en favor de la hipótesis nula de que “No existen diferencias significativas en las puntuaciones entre las medias de los años 2018 y 2019 comparadas con la media de 2020, con un nivel de confianza del 99%” (Tabla 1)

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
	6,34120734	6,79738111
Media	9	6
	6,53488754	6,27951054
Varianza	8	7
Observaciones	6477	2902
	6,45588054	
Varianza agrupada	3	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9377	
	-	
	8,03729574	
Estadístico t	1	
P(T<=t) una cola	5,14745E-16	
	1,64501614	
Valor crítico de t (una cola)	4	
P(T<=t) dos colas	1,02949E-15	
	1,96021700	
Valor crítico de t (dos colas)	5	

Tabla 1: Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

El tiempo de resolución estaba acotado a 90 minutos para las evaluaciones parciales y 120 minutos para los exámenes finales, siendo tiempo probado para que pudieran resolver la evaluación en su totalidad.

## Conclusiones

Las medias poblacionales no difieren estadísticamente con un nivel de confianza del 99% por lo que podemos concluir que la adecuación didáctica de las evaluaciones en papel a la versión virtual sincrónica con por medio de Formularios de Google y el uso de celulares de los alumnos fue exitosa al no diferir de los datos de los dos años anteriores en que se realizaron en forma presencial.

La versión electrónica permitió que los estudiantes recibieran la calificación obtenida al momento de finalizarla, con una explicación detallada de los posibles errores cometidos en la resolución de cada problema para su análisis a modo de autoevaluación.

Google Forms permitió que los datos fueran automáticamente volcados en una hoja de cálculo, con un diseño pensado y ajustado didácticamente. Esto posibilitó al alumno no solo detectar sus errores sino también relacionar los conceptos estructurados significativamente y tener el potencial de aplicarlos en nuevas situaciones problemáticas de mayor complejidad.

## Agradecimientos

Se agradece a todos los docentes de la UDB Química FRBA, a los directivos, a los docentes auxiliares quienes fueron los responsables de la administración de las evaluaciones y de los integrantes y becarios del proyecto PID TEUTIBA0006603TC quienes asistieron en la programación.

## Referencias

- Aebli, H. (1991). Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo [Educación]. Narcea.
- Bayarmaa, N., & Lee, A. (2018). Study on the Application of Google Classroom for Problem-Based Learning. *Journal of the Korea Academia-Industrial*, 10, 81-87.
- Bubaš, G., & Čižmešija, A. (2017). Google Forms and Smartphones: Evaluation of an alternative to clicker

- systems for collecting feedback from students. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies,
- Camilloni, A. R. W. d. (2017). Jornadas "Clínica de Cátedras": Clases de Problemas. In. Buenos Aires: UTN-FRBA.
- Cano Padilla, L. M. Á. (2014). Desarrollo de un instrumento de evaluación en línea mediante el uso de google drive. CIIE, 431.
- Cataldi, Z., Chiarenza, D., Dominighini, C., Donnamaría, M. C., & Lage, F. J. (2010). TICs en la enseñanza de la química. XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación,
- De Angelis, P. G. (2020). ¿ Para que servimos los pedagogos? El valor de la educación, Santos Guerra, MA, Los Libros de la Catarata, Madrid, 2020, 200 pp. Praxis Educativa (Arg), 24(3).
- Gottardo, M., Dominighini, C., & Cataldi, Z. (2021, 10, 11 y 12 de noviembre de 2021). Evaluación remota en química universitaria con herramientas de Google. XXIV Congreso Internacional EDUTECH 2021, Buenos Aires.
- Gottardo, M. O., De Seta, E. G., & Sánchez, P. C. V. (2020, 4-6/10/2020). Experiencia sobre Evaluación Utilizando los Teléfonos Móviles de los Alumnos. VII Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en carreras Científico-Tecnológicas IPECyT 2020, San Miguel de Tucumán, Tucumán- Argentina (Virtual x COVID19).
- Kalnow, A., Lloyd, C., Casey, J., & Little, A. (2019). Google Forms-A Novel Solution to Blended Learning. Journal of Education and Teaching in Emergency Medicine, 4(2).
- Rosales, C. (1997). Criterios para una evaluación formativa (4 ed.) [Educación]. Narcea.

# **Análisis de las experiencias de autoevaluación asincrónica, realizadas en el Aula Virtual del Laboratorio de Química.**

## **Analysis of the asynchronous self-correction experiences at Chemistry Laboratory Virtual Classroom**

Presentación: 15/10/21

### **Bettina L. Marchisio**

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

### **E. Graciela De Seta**

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

### **Pablo C. V. Sánchez**

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

### **Analía V. Russo**

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

### **M. Fernanda Lopolito**

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

## **Resumen**

Este estudio tiene por objetivo comprender las experiencias de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería en un entorno virtual. Se analiza la participación de los estudiantes en el aula virtual del Laboratorio de Química diseñada en Moodle y su efectividad como una herramienta facilitadora de las actividades asincrónicas en cursos a distancia. Se contrasta el nivel de dificultad y la adaptación a los saberes requeridos mediante la práctica de autoevaluación. Se utilizaron cuestionarios interactivos con múltiples intentos, que aportan un aprendizaje eficaz al análisis y a la corrección de los propios errores.

Los resultados obtenidos muestran una buena efectividad de las preguntas para discernir a los estudiantes en función de las habilidades requeridas en el ítem. Los “índices de discriminación” y las “eficiencias de discriminación” definidos por Moodle resultan superiores al 50% en la mayoría de las preguntas que integran los cuestionarios.

**Palabras clave:** Laboratorio de química, Actividad asincrónica, Aula virtual

## **Abstract**

The study aims to understand the learning experiences of Engineering students under a virtual environment. The participation of students in the Moodle Virtual Classroom of the Chemistry Laboratory and its effectiveness as a facilitating tool for asynchronous activities at distance courses is analyzed. The level of difficulty and the adaptation to the required knowledge are contrasted through the self-evaluation practice. Interactive questionnaires with multiple chances were used, contributing to effective learning and own mistakes analysis and correction.

The obtained results show a good questions effectiveness to distinguish the students based on the skills required by the item. According to Moodle ‘Discrimination index’ and ‘Discrimination efficiencies’ are greater than 50% in most of the questionnaire’s options.

**Keywords:** Chemistry Laboratory, Asynchronous activity, Virtual Classroom

## Introducción

En enero de 2020 la Unidad Docente Básica Química (UDB Química) perteneciente al Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Facultad Buenos Aires (UTN.BA) inició un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) con el objetivo de mejorar y adecuar las herramientas del Laboratorio de Química para que los estudiantes aprendan activamente y adquieran competencias para un mundo globalizado.

El PID denominado “Enfoques innovadores en el Laboratorio de Química para Ingeniería en Sistemas de Información, herramientas para la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en Ciencias Básicas” -Código TEUTIBA0006603TC- tiene entre otros objetivos, evaluar el impacto de nuevos recursos didácticos en las prácticas experimentales del Laboratorio de Química, en estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas que cursan durante los períodos lectivos 2020 – 2022.

Los efectos de la pandemia aceleraron los tiempos, ampliaron las líneas de investigación incluyendo la implementación de evaluaciones en entorno virtual para los cursos teóricos y extendieron la población objetivo a los estudiantes de todas las carreras pertenecientes UTN.BA que cursan las asignaturas Química y Química General. Como consecuencia, fue necesaria la modificación de la metodología propuesta dado que la transición al aprendizaje en línea ocurrió de manera forzada, repentina pero medianamente planificada debido al proyecto.

A nivel mundial, desde hace algunos años se ha enunciado la crisis de la enseñanza de la Química, a pesar de que muchos países dedican importantes recursos para su enseñanza, no logran despertar interés en los estudiantes (Galagovsky, 2005; Meza et al., 2018). Cabe destacar, que su estudio contribuye con el desarrollo de habilidades intelectuales, mejora la capacidad de conceptualizar, de manejar ideas nuevas y de utilizar simbolismos, se trata de una disciplina que se manifiesta a través de un complicado conjunto de lenguajes, el verbal, el visual a través de gráficos, esquemas, modelos y simulaciones, de fórmulas, del lenguaje matemático, etc. (Nakamatsu, 2012; Galagovsky et al., 2014). Por lo que resulta necesario un espacio de investigación de las experiencias de aprendizaje que permitan focalizar en el diagnóstico de las necesidades formativas y desarrollar de esta manera actividades que favorezcan una formación de excelencia en los estudiantes (Finkelstein, 2017).

La implementación de un aprendizaje combinado, objetivo inicial del proyecto, requiere de una especial atención a los aspectos organizativos, tales como el apoyo institucional, la infraestructura técnica, la disponibilidad de capacitación y su implementación efectiva para profesores y estudiantes, así como también la integración de herramientas y recursos disponibles (Iglesias-Pradas et al., 2021; Turnbull et al. 2021), su análisis y valoración.

## Desarrollo

Los recursos didácticos, videos y simulaciones que formaron parte del diseño para el Aula Virtual del Laboratorio de Química del 2020, fueron obtenidos a partir de una curaduría de contenidos digitales con el objetivo de filtrar, organizar, agrupar, integrar y compartir la información relevante y pertinente a nuestras prácticas experimentales. Dada la gran cantidad de información disponible en la web se implementó una metodología conocida como 4S (Javier Guallar y Javier Leiva – Aguilera, 2013; Torres Begines, 2014) como se muestra en la Figura 1.

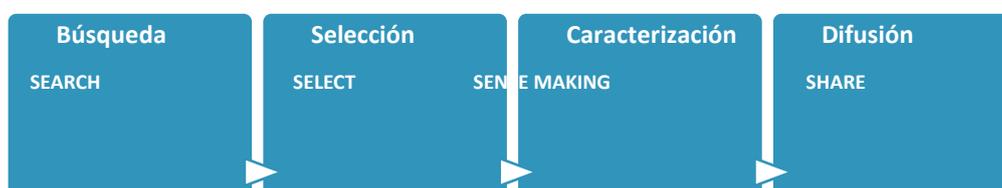


Figura 1: Metodología para la curaduría de contenidos 4S

La curaduría tuvo en cuenta las diferentes trayectorias educativas (Corica, 2018), la aptitud para nivelar la alfabetización digital de los estudiantes (Ramírez et al., 2018) y la idoneidad de dichos recursos para los estudiantes ingresantes a la educación superior. Esta fase es útil para la elaboración de nuevos recursos de aprendizaje que contribuyen a la pedagogía y la didáctica y genera competencias informacionales (Hernández Campillo et al., 2021).

Cabe destacar que los estudiantes ya habían tenido encuentros sincrónicos con los profesores de las diferentes comisiones y utilizado la plataforma Moodle, aplicando en la mayoría de los casos los modelos clásicos de enseñanza (Maggio, 2020); debido a que las actividades en el Aula Virtual del Laboratorio de Química iniciaron en octubre de 2020, las Prácticas de Laboratorio se realizaron de manera asincrónica una vez avanzado el ciclo lectivo.

A medida que los estudiantes afianzaron sus competencias digitales se fueron incrementando los recursos y actividades didácticas, progresando en la realización de las prácticas y consolidando sus habilidades (Lopolito et al., 2021).

Las estadísticas obtenidas en el entorno virtual Moodle nos permite analizar la participación de los estudiantes contabilizando las vistas de los recursos presentes en el aula y los mensajes intercambiados a través del foro y retroalimentaciones. Las participaciones analizadas corresponden a las nueve comisiones de la asignatura Química y cuatro comisiones de la asignatura Química General del primer cuatrimestre del año lectivo 2020 tomadas como prueba piloto para la implementación del Aula Virtual del Laboratorio de Química.

En la Figura 2 se grafica la cantidad actividades realizadas por alumnos en función a los meses del año. En esta figura se puede observar cuatro picos relativos, el primero coincide con el inicio de las actividades, el segundo pico y el más importante coincide con la primera fecha de promoción de las asignaturas Química y Química General, el tercero se da con el inicio de las actividades para lograr la alcanzar la última oportunidad de promoción de las asignaturas en marzo del año 2021 que se evidencia en el cuarto pico de actividades.

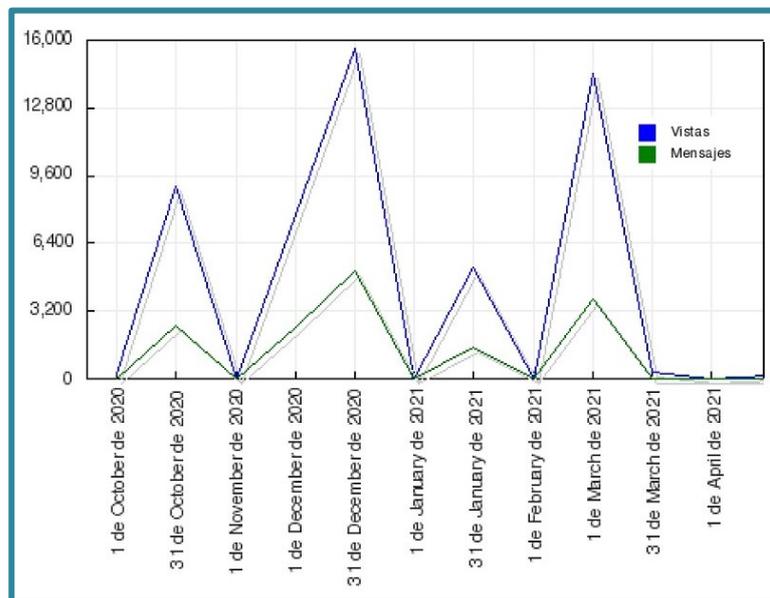


Figura 2: Gráfico de la actividad de los estudiantes.

Los cuestionarios de autoevaluación forman parte de cada una de las ocho Prácticas de Laboratorio propuestas, se basan en los recursos presentes en el Aula Virtual y constituyen una de las experiencias a valorar. Se elaboraron para una modalidad de entrega individual, con cinco preguntas cuyo orden y respuestas eran aleatorios, permitiendo tres intentos para la aprobación con el 60% correctamente resuelto.

La Tabla 1 permite observar la cantidad de intentos realizados por los estudiantes para la aprobación de los cuestionarios, el promedio obtenido luego de todos los intentos realizados. La diferencia en la cantidad de intentos

para los cuestionarios 7 y 8 se debe a que estos cuestionarios solo son requeridos para las comisiones de Química General mayoritariamente dictada en modalidad anual. La desviación estándar presenta valores aceptables, se recomiendan valores de dispersión de las calificaciones entre 12% y 18% y se considera que valores inferiores a 12% indican que las calificaciones amontonadas tienen valores cercanos. Los valores de asimetría son adecuados, cero implica una distribución perfectamente simétrica, los valores negativos obtenidos indican distribución con sesgo a la izquierda, el valor recomendado es -1, un valor muy negativo indica falta de discriminación entre los estudiantes a los que les va mejor que al promedio.

Cuestionario	Primeros intentos	Total de intentos	Promedio	Desviación estándar	Asimetría
1. Seguridad e Higiene / Materiales y Productos Químicos	292	313	91,18%	13,45%	-1,6162
2. Sistemas Materiales	290	362	79,94%	20,93%	-0,9621
3. Gases	286	335	81,61%	19,42%	-1,0707
4. Soluciones - Solubilidad	287	327	84,53%	17,63%	-0,8372
5. Soluciones - Neutralización	285	318	85,60%	18,73%	-1,4661
6. pH	287	305	93,71%	17,61%	-3,1793
7. Pilas	44	49	77,14%	20,00%	-0,6144
8. Electroquímica	41	64	58,75%	27,57%	-0,2972

Tabla 1: Estadísticas obtenidas de la totalidad de los cuestionarios

Los cuestionarios fueron formulados con un bajo nivel de dificultad, como técnica de recuperación de conocimientos en apoyo y complemento a las clases teóricas. A continuación, se muestran las estadísticas obtenidas para el cuestionario de pH, el índice de discriminación es la correlación entre las calificaciones ponderadas en la pregunta y las del resto del examen, la eficiencia de discriminación intenta estimar cuan bueno es el índice de discriminación en relación con la dificultad de la pregunta, valores superiores al 50% son considerados adecuados.

Q#	Tipo de pregunta	Intentos	Índice de dificultad	Índice de discriminación	Eficiencia discriminativa
1	Aleatoria	305	91.48%	66.89%	77.57%
2	Aleatoria	305	94.43%	58.30%	69.48%
3	Aleatoria	305	95.74%	57.46%	70.64%
4	Aleatoria	305	93.77%	39.93%	44.23%
5	Aleatoria	305	93.11%	53.92%	59.87%

Tabla 2: Estadísticas obtenidas del cuestionario de pH

## Conclusiones

Se presentan algunas conclusiones sobre el aprendizaje asincrónico de los estudiantes a través del entorno virtual Moodle y los efectos de su actividad en los cuestionarios de autoevaluación. También se observa que la participación aumenta considerablemente frente a las fechas de compromiso de promoción. Los cuestionarios formulados permiten discriminar de manera eficiente los saberes adquiridos por los estudiantes.

Teniendo en cuenta el análisis de datos, es posible optimizar la elaboración de los cuestionarios a partir de los indicadores estadísticos proporcionados por la misma plataforma. Asimismo, permiten identificar oportunidades de mejora, tales como el uso de los cuestionarios simples luego de la visualización de videos para el aprendizaje mediante la técnica de recuperación de información de la memoria, aportando la respuesta correcta y una breve explicación como retroalimentación instantánea para promover el aprendizaje asincrónico.

## Referencias

- Corica, A. M. (2018). Itinerarios posibles o itinerarios probables: un estudio sobre trayectorias educativas y laborales de jóvenes de distintos sectores sociales, egresados de la escuela media en Argentina Alfredo, Miguel Ángel; Altgelt, María Elina; Roldán, Luz Marina. Anuario de Investigación USAL (5).
- Finkelstein C. (2017). ¿Cómo se forman los docentes universitarios? Configurando redes en el mercosur. Integración y conocimiento ISSN 2347 - 0658 N° 6 Vol. 1.
- Galagovsky, Lydia; Bekerman, Diana; Di Giacomo, María Angélica; Alí, Salvador (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. Ciênc. Educ., Bauru, v. 20, n. 4, p. 785-799.
- Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? Química Viva, 4(1), 8-22.
- Guallar, J., Leiva-Aguilera, J. (2013) El content curator. Guía básica para el nuevo profesional de internet. Barcelona: Ed. UOC, Colección El profesional de la información, n. 24
- Hernández Campillo T. R., Carvajal Hernández B.M., Legañoa Ferrá M. A., Campillo Torres I. (2021). Retos y perspectivas de la curación de contenidos digitales en la formación continua de profesores universitarios. Perspectiva Educacional. Formación de Profesores. Vol 60(1), pp. 23-57.
- Iglesias-Pradas S., Hernández-García A., Chaparro-Peláez J., Prieto J.L. (2021) Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study - Computers in Human Behavior - Volume 119.
- Lopolito M. F., Sánchez P.V., Marchisio B. L., Russo A.V., De Seta E. G. (2021, 5, 6 y 7 de octubre). Experiencias en prácticas experimentales virtuales del laboratorio de química en carreras de ingeniería en pandemia. 5to Congreso Argentino de Ingeniería, 3er Congreso Latinoamericano de Ingeniería, 11vo Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. Plataforma virtual.
- Maggio, M. (2020). Las prácticas de la enseñanza universitarias en la pandemia: de la conmoción a la mutación. Campus Virtuales, 9(2), 113-122. ISSN: 2255-1514
- Meza, L. U., Núñez, J. P. L., de Figueirêdo, G. J. A., & de Figueirêdo, A. M. T. A. (2018). Propuesta metodológica para incentivar el uso de las tic en la enseñanza de la química en el contexto escolar. International Journal Education And Teaching (PDVL) ISSN 2595-2498, 1(01), 158-169.
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. En Blanco y Negro, 3(2), 38-46.
- Ramírez, J., González, F., & Casado, E. (2018). Desarrollo de un instrumento de recolección de datos para la evaluación del nivel de alfabetización digital de estudiantes universitarios. Presentado en III Congreso Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología IDI-UNICYT 2018
- Torres Begines, C. (2014). El rol del curador de contenidos en educación y su aplicación en el aula universitaria. En Gómez, E. R.; Ríos, J.M. y Sánchez, J. (Coords.). Buenas prácticas con TIC en la educación. Una visión desde Iberoamérica. Málaga: Universidad de Málaga y Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara.
- Turnbull, D., Chugh, R. & Luck, J. (2021). Transitioning to E-Learning during the COVID-19 pandemic: How have Higher Education Institutions responded to the challenge? Educ Inf Technol 26, 6401–6419.

## Agradecimientos

Nuestro mayor reconocimiento a todo el plantel de docentes del Laboratorio de Química, que trabajó en la implementación de las aulas generadas por el grupo. A la UDB-Química y a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SeCTIP) de la UTN.BA que hicieron posible esta presentación.

# Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante en tiempos de COVID-19 (UTN FRA-FRBB-FRTL)

## Pedagogical factors and student-centered learning in times of COVID-19 (UTN FRA-FRBB-FRTL)

Presentación: 15/10/2021

### 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

### 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

### Verónica Vanoli

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

## Resumen

Equipos docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen de la Universidad Tecnológica Nacional estudian la incidencia de ocho factores pedagógicos en el cursado de asignaturas de los primeros años y el desarrollo de competencias genéricas a través de actividades centradas en el estudiante. El proyecto interfacultad de investigación se contextualizó en la virtualización de los cursados por Covid-19 con un enfoque descriptivo y correlacional y de cambio e investigación acción. Aulas virtuales y reuniones virtualizadas son las instancias del trabajo colaborativo. Se presentan los avances del estudio del comportamiento de los 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

Teaching teams from the Regional Faculties of Avellaneda, Bahía Blanca and Trenque Lauquen of the National Technological University study the incidence of eight pedagogical factors in the study of subjects in the first years and the development of generic competences through student-centered activities. The inter-faculty research project was contextualized in the virtualization of those studied by Covid-19 with a descriptive and correlational approach and of change and action research. Virtual classrooms and virtualized meetings are the instances of collaborative work. The progress of the study of the behavior of the students in the participating subjects and the development of active experiences that promoted the development of generic competences of Engineering, with the use of ICT tools, are presented.

**Keywords:** Engineering teaching, pedagogical factors, active learning, collaborative work

## Introducción

La investigación de las prácticas para su mejora e incidencia en los aprendizajes de los estudiantes en forma colaborativa es una estrategia de gran impacto en los equipos que lo desarrollan. Se presenta los avances de una investigación interfacultad en continuidad con experiencias anteriores (Cura y otros, 2019).

El inicio de las actividades del proyecto de investigación coincide con el proceso de adaptación hacia el paso repentino a la virtualidad ocurrido a partir de la emergencia sanitaria en el mes de marzo del año 2020. Teniendo en cuenta que, en el interior de la UTN, cada Facultad Regional se organizó siguiendo criterios propios dentro de la normativa general que dictó el Rectorado. Por ello, llevo un tiempo consensuar, desde el equipo, la manera de llevar adelante las acciones diagramadas en este nuevo contexto.

## 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 equipos docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen de UTN durante 2018 y 2019 a 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). Participan las 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 los 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 primero tiene un enfoque de investigación descriptivo y busca establecer tendencias y correlaciones, siguiendo a Bizquerra Alzina (2007) y Arnal y otros (1992), 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., que 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 curso. Asimismo, el Formulario 3. permite apreciar con más detalle algunas experiencias pedagógicas seleccionadas de cada asignatura.

El trabajo colaborativo se desarrolla a través de la interacción de los equipos en 10 aulas virtuales y en reuniones periódicas de trabajo virtuales, tanto de asignaturas como de equipos por Facultades. Hay un Equipo de Coordinación y los 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 profundizarán principalmente 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 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 (ACE), competencias genéricas y TIC**

El ACE implica la organización de los procesos formativos para que los estudiantes sean protagonistas y descubridores 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

En cuanto al desarrollo de competencias genéricas, para CONFEDI (2018) la 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”. En 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 en la virtualización y las estrategias activas que se están desarrollando en las distintas asignaturas.

### **1. Factores pedagógicos en tiempo de pandemia**

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. La irrupción de la pandemia por Covid-19 fue algo conmovedor e inesperado. No obstante, las facultades se organizaron con diversidad de acciones y los docentes y estudiantes adaptaron sus procedimientos formativos mediados por TIC. Los alumnos atravesaron situaciones complejas y diferenciadas según situaciones personales y familiares, como así también de accesibilidad a Internet y de disponibilidad de dispositivos tecnológicos disponibles. También, influyeron las flexibilizaciones en el cursado que se adoptaron en UTN como no tomar asistencia y permitir el cursado sin requisito de correlatividades, y disposiciones que permitieron rendir exámenes finales en forma virtual. 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 y 2021.

#### **1.1. Hábitos de los estudiantes.**

Los estudiantes fueron consultados sobre qué hábitos de estudios tienen, y en su mayoría ha señalado: estudiar de día (73%), hacer resúmenes de las clases/textos (53%) y estudiar luego de las clases (47%). Con menores resultados señalaron estudiar de noche (45%) y estudiar con música y TV (42%).

Respecto de qué actividades les ayudan a aprender, el 82% señaló hacer ejercicios y trabajos prácticos, el 57% las clases por Zoom, el 50% el trabajo en equipo y la consulta a profesores y el 42% la lectura de textos y apuntes.

Los factores que más dificultades les presentan para aprender son: las distracciones y desconcentraciones, 91%, las clases largas, 45%, y la complejidad del contenido, el 44%.

## 1.2. Organización del cursado

Al consultárseles si conocieron los objetivos de la asignatura, el 65% respondió afirmativamente y el 53% que la organización de las actividades les pareció bien, en el marco de las dificultades del cursado. Respecto de la virtualización, el 58% señaló que le resultó fácil o bien, el 48% consideró adecuada la secuencia de las actividades formativas, y el 44% que tuvieron problemas de conexión o con los equipos tecnológicos.

## 1.3. Secuenciación de los contenidos

Consultados sobre la organización de los contenidos, se aprecian diversas situaciones en las asignaturas. Pero, efectuando un promedio de los datos obtenibles, el 27% señaló que los temas estaban muy organizados, el 50% bien organizados, el 21% algo y el 2% nada. Sobre la progresión en la complejidad de los temas, el 9% señaló muy adecuado, el 60% adecuado, el 23% poco adecuado y el 8% inadecuado. Respecto de qué temas fueron más fáciles y difíciles de aprender, en cada materia las respuestas fueron distintas, pero, los profesores señalan que comparten la visión de los alumnos sobre las temáticas de menor y mayor complejidad.

## 1.4. Actividades de aprendizaje

Fueron muy variadas las respuestas sobre las actividades sincrónicas y asincrónicas. El 64% señaló que la vinculación con los profesores fue esencial, como se apreció en el primer ítem sobre hábitos de estudio, el 57% afirmó que las clases sincrónicas, “presenciales en virtualidad” fue aquello que más les ayudó a aprender, evidenciándose la necesidad de la presencia y el encuentro con los equipos docentes. Al respecto, numerosas expresiones corroboran ello: “muy buena la explicación en clase y armar mapas conceptuales”, “lo mejor son las clases por Zoom”, “las clases amenas”, entre otros.

Se destaca algo presentado anteriormente: los trabajos en equipo fueron apreciados, en general, por los estudiantes con el 73% de aprobación: “los trabajos prácticos en grupo, ya que generaba una discusión sobre el tema y nos llevaba a buscar más información y aprender más”, “los trabajos en grupo fueron muy buenos”. Asimismo, las clases grabadas alcanzaron el 55% de valoración positiva, ya que podían volver a reiterarlas en otras oportunidades cuando lo requerían. También se señaló la elaboración de videos y su presentación, trabajos con aplicaciones digitales disponibles, actividades con portafolios, ejercicios de laboratorios en casa, entre otros.

Entre las dificultades, llamativamente, el 57% señaló a los trabajos prácticos y en grupos, el 45% indicó las clases largas y el 44% la complejidad del contenido. Otros agregaron lo extenso o complejidad de los textos.

## 1.5. Actividades de evaluación

Los estudiantes tuvieron vivencias diferenciadas sobre las actividades de evaluación virtualizadas. Entre los aspectos positivos, muchos destacaron el valor de las autoevaluaciones con encuestas con múltiple choice y las coevaluaciones en los trabajos grupales. Hubo quienes respondieron que fueron muy buenas y otros lo contrario. Entre las respuestas positivas, las fundamentaciones encontradas fueron: “es una forma de probar tus capacidades antes del parcial”, “me dan otro punto de vista que no lo había notado”, “me hacen leer más sobre el tema”, “creo que junto a los prácticos fue una buena manera de cerrar los temas distados de la práctica”.

Respecto de las dificultades señalaron, por lo general, aspectos influyentes, como poco tiempo, mucho material de preparación, preguntas complejas, textos extensos, dificultades para evaluar trabajos de grupo, entre otros.

## 1.6. Recursos pedagógicos

La mayoría coincidió y valoró la posibilidad de contar con las aulas virtuales y el sistema de reuniones por videoconferencia de Zoom. No siempre hubo conciencia de ello, pero a medida que los estudiantes se daban cuenta, apreciaban esta situación. Muchos alumnos tuvieron situaciones complejas por la accesibilidad a Internet o las características de sus PC o celulares, como se señaló. Asimismo, el 55% valoró como muy relevante contar con la grabación de las clases y poder verlas en todo momento. Respecto de los materiales hubo alumnos que apreciaron el esfuerzo de los profesores por la selección de videos y materiales aplicados en el primer cuatrimestre de 2020, suplantando los laboratorios o las experiencias prácticas. También, destacaron que luego hicieron materiales nuevos con PowerPoint o videos propios. Para otros, estos materiales no reemplazan las prácticas o los aprendizajes en directo. También, se valoraron los apuntes o guías de lecturas, elaboradas para los aprendizajes.

### 1.7. Aula virtual y herramientas digitales

Tomando valores promedio de encuestas de las asignaturas participantes, se aprecia que el 39% de los estudiantes señala que el aula virtual es una herramienta muy importante para aprender, el 45% que es relevante y el 16% algo útil. El 27% señaló que utiliza mucho más Internet que antes, el 39% más y el 33% algo más. El 17% emplea más videos y simulaciones que antes, el 56% bastante y el 16% algo más que antes.

### 1.8. Comunicación e interacción entre los docentes y estudiantes.

Los datos evidencian diversas situaciones sobre la interacción entre docentes y estudiantes. En general, el 11% ha señalado que la comunicación fue muy buena, el 56% buena, el 28% regular y el 5% mala. Lo que más les ayudó de los profesores fue: “la interacción con los alumnos... da mucha más confianza”, “cuando hablan con los alumnos acortan distancias y acercamientos personales”, “la interacción y la presencia cuando se necesita”, “la predisposición a la hora de las consultas y la buena onda”.

Respecto a la comunicación entre estudiantes, el 22 señaló que fue muy buena, el 33% buena, el 39% regular y 6% mala. Les ayudó “el intercambio de opiniones/ideas”, “a organizarme mejor”, “a trabajar más en equipo”.

## 2. Actividades centradas en el estudiante (ACE)

El estudio de los factores pedagógicos permitió diseñar e implementar ACE, que promueven el protagonismo de los estudiantes en los aprendizajes y en la evaluación. Se detallan las experiencias en desarrollo.

En UTN FRA en Ingeniería y Sociedad se desarrollaron estrategias a partir del empleo de numerosas herramientas colaborativas digitales, el uso del portafolio, la producción de videos y la evaluación de los mismos. 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 Inglés se efectúan presentaciones que desarrollan habilidades orales y de escritura empleando diversas aplicaciones digitales en forma personal y grupal.

En UTN FRTL en Química General se han realizado experimentos básicos con herramientas hogareñas y presentación de resultados en clases sincrónicas. 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 los estudiantes y el desarrollo de capacidades comunicacionales.

En UTN FRBB en Física I 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 interviene con diversas vías de comunicación para atender las producciones y devoluciones de láminas con una evaluación online. En Informática los saberes se aplican en la programación que promueve capacidades integradoras protagónicas. En Ingeniería y Sociedad los estudiantes toman problemáticas sociales, las analizan desde los Objetivos del Desarrollo Sustentable y presentan emprendimientos profesionales supuestos. En Ingeniería Mecánica II desarrollan trabajos integradores que se defienden oralmente con gran desarrollo de capacidades.

## Conclusiones

El estudio de los factores pedagógicos incide en la generación de nuevas y pertinentes experiencias centradas en el estudiante. En virtud del relevamiento de datos realizado en contexto de Covid-19 y su análisis, se rescata que se aprendió mucho en cuanto a uso de entornos tecnológicos de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado queda en evidencia la desigualdad en cuanto al acceso a dispositivos o la falta de conexión a internet para buena parte del estudiantado. Además de buscar estrategias de adaptación a la nueva modalidad, el equipo docente procuró ofrecer alternativas que contemplen la inclusión de la mayoría del estudiantado, según sus condiciones particulares.

El modelo de investigación acción implementado en este proyecto retroalimenta las prácticas académicas, favorece a la prueba y reformulación de nuevos estándares, fortalece los modelos de educación y el rol docente, por ello seguimos avanzando en este sentido. El intercambio y trabajo colaborativo entre docentes de distintas Regionales enriquece permanentemente la docencia e incide en los aprendizajes de los estudiantes.

## Referencias

- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). Investigación educativa. Labor, Barcelona, p. 38
- 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. (2007). Metodología de la investigación educativa. La Muralla, Madrid.
- 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 (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de las Carreras de Ingeniería de la República Argentina. Buenos Aires, CONFEDI.
- Cukierman, U. (2018) Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería. Buenos Aires, UTN FRBA.
- Cura, R.O.; Burguener, M.; Esteves Ivanissevich, M.J.; Ferrando, K.C. (2019). "Trabajo colaborativo interfacultad para la mejora de la formación inicial en ingenierías (FRA-FRBB-FRCH – 2016-2019)". En I Congreso Nacional de Ingeniería Pesquera, CONIPE, Puerto Madryn, UTN FRCH.
- 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.



Área temática:

Responsabilidad Social y Educación para el  
desarrollo sustentable



# Herramientas para el Gestor Energético. Avance de Proyecto.

## Tools for the Energy Manager. Project Progress.

Presentación: 14/09/21

### Edgardo Marino

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario, Argentina  
cemarino63@gmail.com

### Claudio Giordani

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

### Marcos Olivera

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario, Argentina  
maoliar@yahoo.com.ar

## Resumen

En el siguiente trabajo se expondrán algunos detalles de avance del proyecto titulado “Estudio de Diseño Arquitectónico Sustentable en Edificio de Salud” - Código del Proyecto: MSUTNRO0005532. Cuyo periodo de vigencia es 2020-2022. Propiamente nos limitaremos a describir algunos conceptos y los trabajos realizados que sustentan la función del gestor energético. Se expondrán los objetivos planteados la forma en que se trataron y la búsqueda de una herramienta que sirva al gestor energético para su función. Sobre el final se presentarán las conclusiones y las futuras líneas que se desprenden del trabajo.

**Palabras clave:** gestor, energía, consumo, sustentabilidad, salud

## Abstract

The following work will present some details of the progress of the project entitled "Study of Sustainable Architectural Design in Buildings of Health " - Project Code: MSUTNRO0005532. Whose validity period is 2020-2022. We will adequately limit ourselves to describing some concepts and the work carried out that support the function of the energy manager. The proposed objectives, the way in which they were treated and the search for a tool that will serve the energy manager for its function will be presented. At the end, the conclusions and future lines that emerge from the work will be presented.

**Keywords:** manager, energy, consumption, sustainability, health

## Introducción

La energía es hoy un bien escaso y es considerado uno de los problemas sociales que deben resolver las Universidades. Para dimensionar la incidencia del sector de la construcción en este problema, cabe mencionar que la producción y el funcionamiento de los edificios insumen aproximadamente la tercera parte de todos los recursos energéticos primarios del país (Azqueta, Pablo. 2016)

En el proyecto mencionado se propone crear una herramienta para analizar alternativas de implantación y factibilidad técnica y económica que permita mejoras edilicias y de conductas desde la óptica de eficiencia del consumo energético. Esta herramienta servirá de ayuda al “gestor de energía” para definir parámetros que apunten a medidas correctivas. Esta herramienta será replicable a otros tipos de instituciones. El gestor de energía o gestor energético es un recurso que utilizan las instituciones que se consideran “Instituciones que preservan el Medio

Ambiente”. El gestor energético es el engranaje que permite que las actividades diarias de la Institución se desarrollen pensando en objetivos de eficiencia y ahorro de energía, es decir, optimizando de forma sistemática y continua el consumo energético de las instalaciones, entre las que se destacan: Mejoras edilicias, alumbrado exterior, iluminación del edificio, sistemas de climatización, fuerza motriz, consumos de agua, utilización de fuentes renovables. El gestor energético es una persona o grupo de personas.

El edificio elegido es una institución de salud de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Se cuenta con información de potencia instalada, datos de consumos de energía mensuales, características constructivas, datos sobre prácticas y estudios realizados y prestados, cantidad de pacientes que se atienden, cantidad de personal sanitario, técnico y administrativo, entre otros. La Institución es el Centro de Especialidades Médicas Ambulatorias de Rosario (CEMAR), inaugurado en el año 1999. Básicamente es una estructura de Hormigón Armado, mampostería de cierre de ladrillos comunes, aberturas de aluminio y piel de vidrio al Norte. Está ubicada en San Luis 2020, tiene una superficie cubierta 20.000m<sup>2</sup>, desarrollada en 9 niveles. Las superficies vidriadas son: Orientación Norte 1297m<sup>2</sup>, Este 100m<sup>2</sup>, Sur 290m<sup>2</sup> y Oeste 190m<sup>2</sup>. (Lattuca, 2012).



Fig 1 – Edificio CEMAR - Fachada norte

Como se desprende de la imagen, la fachada norte es la más expuesta al sol y por sus características en su mayor porcentaje vidriada es la que condiciona el funcionamiento térmico del edificio.

Entendiendo que la sostenibilidad en la edificación ha de ser un conjunto de estrategias y técnicas de diseño y construcción de los edificios gracias a los cuales se obtienen como resultado unas construcciones seguras y confortables para los ocupantes, a los cuales proporcionan luz y confort térmico con el mínimo consumo de energía posible.' (Esquerra et al, 2007) y que sus hábitos pueden afectar dicho consumo, es que se plantean en este trabajo, para las condiciones climáticas de Rosario, considerando condiciones de habitabilidad “reales, posibles e ideales”, los siguientes objetivos:

#### Objetivos generales

- Establecer una metodología de análisis que sirva de modelo para la implementación de medidas de corrección, gestión y control de eficiencia energética en edificios de salud, replicable a edificios públicos.
- Fundamentar la figura de un gestor energético

#### Objetivos Específicos

- Determinar un criterio de selección y análisis de los datos recolectados que permita generar la información necesaria para analizar, visualizar y graficar, datos y variables relacionadas con el ahorro de energía.
- Determinar cuáles son las características de las herramientas existentes más aconsejables para el análisis del rendimiento energético.
- Definir, integrar y crear una propia herramienta de eficiencia energética como modelo para edificaciones existentes, que permita comparar condiciones reales, con condiciones ideales y condiciones posibles de implementación de mejoras en el hábitat y funcionamiento de una institución de salud, replicable a otras instituciones públicas.

## Desarrollo

Este trabajo forma parte del proyecto mencionado y propone sumar a esa herramienta perseguida, conceptos y datos para quien se posicione como gestor de energía y permita administrar y controlar consumos. Plantea la necesidad de plantear índices de referencia y compararlos con datos existentes de instituciones similares y acercarlos a los ideales de funcionamiento.

Como grado de avance del proyecto se mencionan algunas actividades ya resueltas, trabajadas y conocidas y que sirven para fundamentar lo que más adelante se describirá.

1. Búsqueda y análisis de legislación vigente a nivel local y nacional,
2. Estudio de documentos internacionales, Estudio de casos similares, sus cálculos y las medidas implementadas.
3. Análisis de clima de la Ciudad de Rosario (replicable a cualquier otra zona)
4. Análisis de las condiciones de confort (Para el edificio real, para el edificio con mejoras y para el caso ideal).
5. Aplicación de pautas recomendadas para diseño bioclimático.
6. Recomendaciones de acondicionamiento y evaluación de costos.
7. Cálculo de índices comparativos e indicadores de consumos energéticos.

Se destaca que el proyecto y como puede verse, se desprende de sus objetivos de su investigación, no es solamente realizar un estudio del diseño de un edificio seleccionado, sino también perseguir la búsqueda de conocimiento que permita fácil y rápidamente realizar un análisis térmico y energético de cualquier edificio o cambios de conductas, generando una herramienta que sirva técnicamente. A tal fin se confeccionaron distintos documentos y se diseñaron planillas para recolección de datos que permitan definir índices y parámetros, realizar cálculos, organizar trabajos y graficar distintas curvas, como ser: Asoleamiento, consumos, carga térmica, entre otras.

Relacionado con los puntos 1, 2 y 3, se menciona como resultado, la generación de información importante. Esta información se encuentra documentada y permitió la escritura de trabajos científicos que se encuentran en estado de aceptación en otras jornadas. Básicamente se trabajó sobre reglamentación de edificación local, Normas IRAM y Normas IEC relacionadas con diseños, confort higrotérmico, calidad de aire interior, entre otros. Se destaca que el trabajo de calidad de aire interior se vio fuertemente reforzado y adaptado a los protocolos que plantea la época de pandemia, para ámbitos sanitarios.

Para dar un grado de entendimiento del punto 4 se menciona el desarrollo de una plantilla dinámica de excel que permite calcular a partir de la búsqueda y llenado codificado de condiciones constructivas y tipo de actividades desarrolladas, la carga térmica y a partir de este cálculo y su significado conceptual, relacionarlo con los sistemas actuales de acondicionamiento de aire o lo que se persigue como uno de los objetivos, proponer mejoras al diseño y funcionamiento. Como datos a cargar en la planilla destacamos: Detalle de envolvente del edificio o sector, sistemas de iluminación, equipos eléctricos, tipo de funciones actividades, cantidad de personal presente o ambulante en cada sector considerado de la institución. La planilla a la que se refiere es una tabla dinámica y referenciada por otras tablas o datos previamente cargados, desarrollada por el Ing. Marcos Olivera, integrante del proyecto, que la utiliza en el dictado de su cátedra. En un futuro se pretende el desarrollo de una dashboard en Excel más específica y completada con datos propios para la gestión energética.

Para los puntos 5 y 6, en los cuales se habla de “Aplicación de pautas recomendadas para diseño bioclimático” y “Recomendaciones de acondicionamiento y evaluación de costos” respectivamente, se pueden mencionar como grado de avance, los trabajos de becarios, tutelados por profesionales integrantes del proyecto y que se refieren a “Proyecto Final de Carrera de Roberto Cisneros y Agustín Gutiérrez: Sustentabilidad Energética. Propuestas de Mejoras en una Institución de Salud. Análisis Técnico y Económico” y las Prácticas Profesionales Supervisadas de los alumnos Román Masson, Roberto Cisneros y María Aramburu. Estos trabajos si bien cumplieron con las pautas de las asignaturas “Proyecto Final” o “PPS”, desde el punto de vista académico y de formación profesional, permitieron fundamentalmente, un tratamiento profundo de análisis utilizado para la continuidad del proyecto. Sus conclusiones

nos permiten junto con otros desarrollos, evidenciar la función del gestor de energía desde el diseño de un edificio pasando por su funcionamiento diario y por las propuestas de mejoras, como es nuestro caso.

El punto 7, que nos convoca en este documento, intenta reflejar parámetros que nos permitan realizar rápidas intervenciones y mejoras al funcionamiento y desarrollo de actividades de la institución, siempre hablando desde el punto de vista de los consumos energéticos.

#### Indicadores primarios referenciales

Entendiendo que nuestros indicadores serán parámetros o valores calculados, que encierran definiciones significativas, fundamentadas en el conocimiento de un modelo conceptual de la dinámica de la institución, se tratará de formalizarlos a partir de la intención de regular sistemas y comportamientos aleatorios o inducidos que puedan ser detectados o implementados por el gestor energético. Presentaremos entonces algunas decisiones y consideraciones que se están trabajando sobre estos puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa y están conformados por uno o varios datos, definidos en base a observaciones, percepciones, números, hechos, prácticas, opiniones o medidas propias de personal de cada sector.

Si bien se ha investigado sobre otras instituciones con las mismas prestaciones a nivel mundial, en este trabajo y para justificar el tratamiento de la información y los datos recogidos, nos basaremos en las realizadas por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), documentadas en su “Manual de Gestor Energético para el Sector Hospitalario”. A continuación, compararemos gráficamente los índices de nuestro edificio con los por ellos ejemplificados en la mencionada guía.

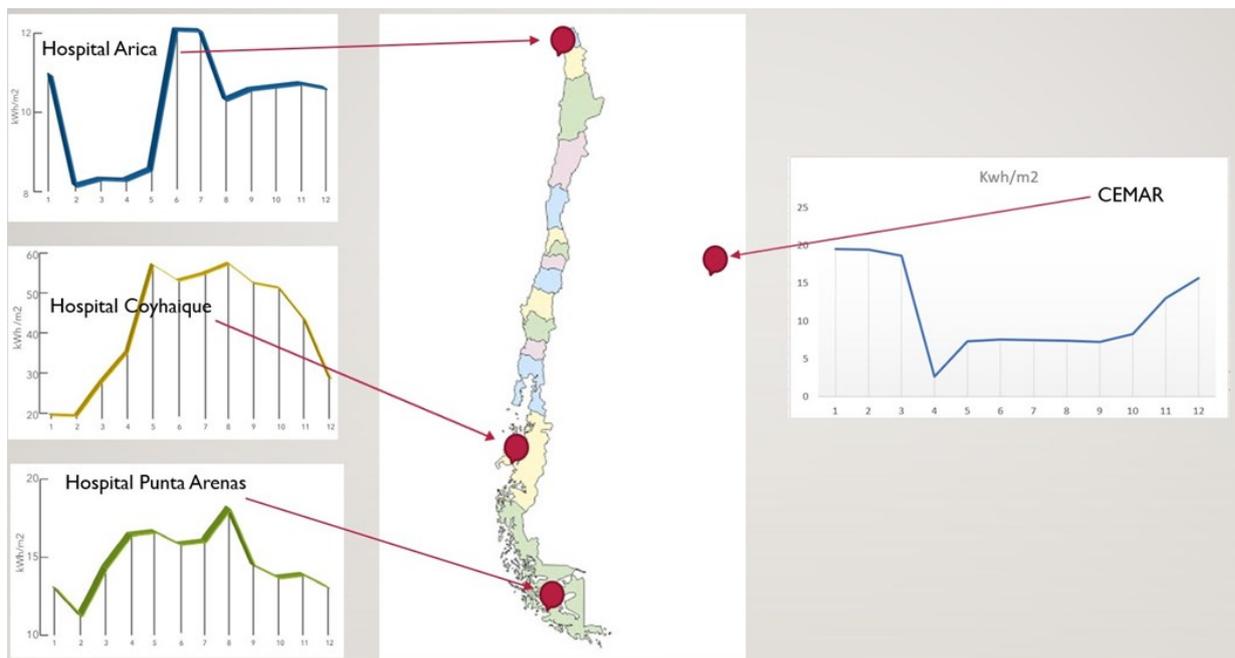


Fig. 2 – Consumos energéticos Hospitales de Chile (Fuente AChEE) – Consumo Energético CEMAR

En la figura anterior pueden observarse los diferentes consumos asociados a distintos meses del año. En la izquierda se observan las curvas de energía anual por metro cuadrado para los hospitales de Chile, ubicados en puntos geográficos bien diferenciados. En la derecha se muestra el consumo del CEMAR, nuestra institución bajo estudio. Según describen los autores del trabajo chileno (AChEE) en sus curvas existe una alta dispersión en los indicadores, que se sustenta en las diferentes condiciones de cada uno de los hospitales, siendo éstas constructivas y/o geográficas. Cabe mencionar que el Hospital de Coyhaique es un establecimiento antiguo, mientras que los otros dos son nuevos y/o en remodelación.

Como puede verse en nuestro caso (CEMAR), el mayor consumo energético se observa en los meses de verano, desde diciembre a marzo, condiciones que no se reflejan en los hospitales de Chile, donde parece ser más marcado el consumo en invierno.

Nuestro edificio es un edificio público de salud con características particulares. En él conviven diariamente varias dependencias con horarios de funcionamiento bien diferenciados. Está ubicado en la Ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, en calle San Luis entre Moreno y Balcarce, tiene una superficie cubierta de 20.000 metros cuadrados, desarrollada en dos subsuelos, planta baja y seis pisos.

Entre estas dependencias destacamos:

- CEMAR propiamente dicho, institución que podemos decir de atención semipública y ambulatoria, ya que no atiende demanda espontánea, sino que atiende pacientes referenciados de otros centros de salud, derivados y en busca de una consulta o práctica diferenciada y específica. Su horario de funcionamiento es de 12 hs, solo días hábiles. (07:00 hs a 18:00 hs)
- Maternidad Martín, esta institución que se ubica en el 5° y 6° piso tiene un funcionamiento de 24 hs, los 365 días del año. En ella se realizan consultas tocoginecológicas, obstétricas pre y post parto, partos y en caso de necesidad o complicaciones se cuenta con un sistema de alta complejidad de internación neonatal.
- Conviven otros organismos y servicios, entre los que se destacan sectores administrativos y operativos de: Secretaría de Salud Pública, Dirección de Bioquímica, Dirección de Odontología, Dirección de Centros de Salud, Sistema Integrado de Emergencias Sanitarias (SIES), entre otros, con horarios de funcionamiento e intensidades dispares.

Presentado el edificio y volviendo al análisis de las curvas se puede afirmar que, comparativamente con los datos de otras instituciones resulta difícil poder definir acciones a seguir para la mejora de los consumos. Es por ello que se entiende que debe ser tratado de forma particular, pero sí siguiendo una metodología de análisis, que es lo que se pretende diseñar, complementar y replicar para este trabajo. Se consideran válidos y ejemplificadores otros estudios, ya que, si bien los indicadores no pueden ser tomados en comparación, si es muy aconsejable tomar el análisis y tratamiento de datos.

Es por eso que cuando hablamos de la herramienta para el gestor energético se piensa en parámetros generales y para cada momento y sector se tendrá un tratamiento especial. El gestor energético deberá posicionarse en investigaciones particulares para sacar conclusiones y generar mejoras desde el punto de vista del “no derroche de energía”. Se pretende además generar antecedentes que faciliten futuros nuevos diseños de edificios, pero en el caso de adecuaciones cada una tendrá un tratamiento individual.

Para entender mejor lo anterior se presenta como caso de análisis el “Sector de Cirugía Ambulatoria”. Este sector es un servicio que cuenta con 4 quirófanos, un sector de pre/post operatorio con 8 camas, office de enfermería, sectores administrativos y recepción, áreas comunes, áreas limpias y sucias. Todo esto ocupa un espacio de 300 m<sup>2</sup>.

Visto y considerando que resultaría poco probable un análisis energético con medición de energía anual por y para cada sector, la única herramienta que nos puede brindar un índice para iniciar el análisis se refiere a distribuir proporcionalmente el consumo anual y mensual en base a las superficies que cada sector ocupa. Resultaría muy oneroso y poco recomendable y sobre todo existiendo sistemas de climatización centrales, colocar en cada tablero eléctrico seccional un medidor de estado y dejarlo registrar por periodos superiores al año.

Como puede inferirse si la superficie del sector se mantiene constante, la curva no sufre modificaciones.

Existen propuestas de generar índices a partir de relacionar consumos por camas. Si consideramos la energía por cantidad de camas, entenderemos que cada una de ellas, sin importar rotación de pacientes, consume una determinada cantidad de energía. Siendo nuestra institución de carácter público, es decir que no lucra con la cantidad de pacientes asistidos, resulta poco probable aumentar la cantidad de camas para disminuir el consumo. Se destaca además que existen parámetros reglamentados de cantidad de profesionales que conforman un equipo sanitario por pacientes,

parámetros que en las instituciones públicas se respeta. Aumentar camas implicaría aumentar costos por aumento de recursos humanos y consumibles. Esto requiere otro análisis más complejo que excede a primera instancia al gestor energético y a este documento. De todas formas, se entiende que en ese tipo de decisiones debería ser convocado como asesor con otra visión especial.

Es entonces que se presenta como “única posibilidad que nos daría rápidos beneficios”, trabajar sobre aspectos generales del edificio. Nos referimos a climatización central, iluminación, servicios centralizados, cambios de conductas, optimización de espacios o recursos humanos, entre otros. De todas formas, nuestro trabajo intenta ir más allá de estos rápidos beneficios y si bien se planteó como no aconsejable la medición de energía en “cada uno” de los distintos tableros seccionales de cada sector, si se propone que el “gestor de energía” identifique los sectores de mayor potencia instalada, comience a relacionar esos sectores con las prácticas que en él se desarrollan y a partir de estas relaciones proponer mejoras e intervenir con acciones particulares o específicas. Entre estos sectores en nuestro caso, no se consideraría el de quirófanos, pero podrían proponerse otros como ser el laboratorio central o el servicio de esterilización que presentan altos consumos energéticos.

## Conclusiones

En el trabajo se presentó una de las líneas planteadas en el proyecto y que se refiere a la forma de pensamiento que debería tener el gestor energético para el análisis de sus actuaciones. No se han presentado informes de actuaciones puntuales que se refieren cuestiones más simples y lógicas como ser: mejora de iluminación (cambios de luminarias por luminarias tipo Led), compra e instalación de equipos individuales de aire acondicionado más eficientes, laminados de vidrios con pantallas reflectantes, controles de temperatura sectorizados, cambio de conductas referidas a manejo de luminarias de espacios comunes, por ejemplo, que se dejan para otros momentos.

Si bien se cree acertada la forma de intervención de los temas, el tratamiento de los datos y el cálculo de índices generales, se desprenden otras líneas conceptuales a trabajar, que se relacionan con desagregar, individualizar y referenciar los índices generales con otros nuevos creados a tal fin. Por ejemplo para el caso planteado para los quirófanos se pretende en base a información brindada por el departamento de estadísticas y cuidados progresivos, comparar el consumo energético general (KWh/m<sup>2</sup>) con otras variables, por ejemplo: consumo sectorial, potencia instalada, día de la semana, hora de la semana, temperatura exterior, temperatura interior, cantidad de pacientes, cantidad de intervenciones, cantidad de familiares que ingresan, personal sanitario, entre otros y a partir de ellos sacar nuevas conclusiones que sirvan para futuras conductas, adecuaciones o diseños de edificios de salud o por qué no, de cualquier otra institución pública.

## Referencias

- Azqueta, P. (2016). “El camino hacia un diseño consciente”. Revista hábitat sustentable.
- Manual del Gestor en Eficiencia Energética. Sector Hospitalario. Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE).
- Lattuca, Ana Paula. (2012). Eficiencia Ambiental de las Tecnoestructuras del Hábitat. Aportes para el mejoramiento de los procesos de Mantenimiento y Rehabilitación de Edificios Públicos. Tesis de Maestría en Sistemas Ambientales Humanos.

# Desde el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional a la Carta Encíclica Fratelli Tutti. Reflexiones propositivas sobre Educación en Ingeniería.

## From the Statute of the National Technological University to the Encyclical Letter Fratelli Tutti. Propositional Reflections on Engineering Education

Presentación: 13/10/2021

### **Alfonso Gimenez Uribe**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
agimenezuribe@frsf.utn.edu.ar

### **Eva Silvana Casco**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
ecasco@frsf.utn.edu.ar

### **Virginia Heritier**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
vheritier@frsf.utn.edu.ar

### **Román Rafael Llorens**

UTN Facultad Regional Santa Fe - Argentina  
rlllorens@frsf.utn.edu.ar

## **Resumen**

El siguiente artículo establece relaciones entre el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional y la Encíclica Fratelli Tutti. A través de una lectura pedagógica de la Carta se proponen criterios que, a partir de un reconocimiento de los posibles riesgos y desviaciones, permitan repensar la visión y misión de la Universidad, de tal manera que ella pueda responder ante “las sombras de un mundo cerrado y una sociedad enferma”. La propuesta es reconstruir desde abajo, caminos distintos, transitados fraternal y solidariamente para la construcción de una sociedad justa.

**Palabras clave:** Estatuto, Fratelli Tutti, Política Educativa. Ingeniería, Solidaridad, Fraternidad, Justicia Social, Dignidad Humana.

## **Abstract**

The following article establishes relations between the Statute of the National Technological University and the Fratelli Tutti Encyclical. Through a pedagogical reading of the Charter, criteria are established that allow, from a recognition of the risks and deviations, to rethink the vision and mission of the University, which, in the shadows of a closed world and a sick society, can be reconstructed from different paths, traveled fraternally and in solidarity for the construction of a Society Justice

**Keywords:** Statute, Fratelli Tutti, Educational Policy. Engineering, Solidarity, Fraternity, Social Justice, Human Dignity

## Introducción

Comenzamos estas reflexiones propositivas con algunos fragmentos de la Carta Encíclica Fratelli Tutti, escrita en el año 2020, por el papa Francisco y sus vínculos substantivos con partes del Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN, 2011). Ambos textos pueden resultar fecundos para orientar la praxis socio educativa de nuestra Universidad. Como institución pública de gestión estatal, esta casa de estudios es parte del Sistema Educativo y está sostenida material y simbólicamente por la sociedad.

El presente trabajo inicia con una pregunta que esperamos habilite otras: **¿Es nuestra Universidad la casa en la que todas y todos convivimos fraternalmente compartiendo la misma mesa?**

Según el Estatuto de la UTN (2011), norma identitaria y estructurante, la responsabilidad primaria se encuentra expresada en su Visión, que en su art 1° dice: “*La Universidad Tecnológica Nacional ha sido concebida desde su comienzo como una institución abierta a todos los hombres...*” y la formación de profesionales debe ser “*...con clara conciencia de su compromiso con el bienestar y la justicia social, reivindicando los valores imprescriptibles de la libertad y la dignidad humana*”.

En este sentido, la primera invitación es a contrastar el artículo citado previamente, con el párrafo 22 de la Encíclica que, bajo el título “Las sombras de un mundo cerrado”, dice: “*En el mundo de hoy persisten numerosas formas de injusticia, nutridas por visiones antropológicas reductivas y por un modelo económico basado en las ganancias, que no duda en explotar, descartar e incluso matar al hombre. Mientras una parte de la humanidad vive en opulencia, otra parte ve su propia dignidad desconocida, despreciada o pisoteada y sus derechos fundamentales ignorados o violados. ¿Qué dice esto acerca de la igualdad de derechos fundada en la misma dignidad humana?*”. (Papa Francisco, 2020).

Como podemos apreciar, en ambos textos, hay una clara mención al, todos y todas, marcando que el desafío de la fraternidad está puesto en la totalidad de la familia humana, que trasciende las posiciones identitarias de los claustros, las trayectorias formativas y nuestras particularidades. Pertenece a la misma especie, porque compartimos la misma carne humana.

Lo común, es justamente lo compartido por todas y todos, es la primacía de lo que nos une. Esta es la Unidad a la que apelamos, que es distinta al amontonamiento que se sostiene en las complicidades de las alianzas transitorias con fines mezquinos e individualistas. Es la Unidad que se construye en la valoración y el respeto de las identidades. Desde nuestros nombres propios al sustantivo humanidad, de lo particular a lo universal, como uno de los sentidos de nuestra identidad universitaria. Seres sociales y contingentes, que toman la decisión de cómo vivir juntos. En este sentido, abrazamos el conflicto desde la analéctica, método propuesto por Dussel (1973) que reconoce y trasciende la dialéctica, porque los momentos y las partes no son subsumidas, ni negadas en la síntesis, sino transformadas en un bien mayor porque conservan su identidad personal diversa y su pertenencia a la familia humana.

Este principio orientador en el que el todo es superior a las partes, se encuentra ratificado en la misión expresada en el Art 2° del Estatuto (UTN, 2011) inc. a, que manifiesta como prioridad el imperativo de “*Preparar profesionales idóneos en el ámbito de la tecnología capaces de actuar con eficiencia, responsabilidad, creatividad, con sentido crítico y sensibilidad social para promover y generar acciones innovadoras que promuevan el desarrollo nacional y regional en un marco de justicia y solidaridad social*”.

Esta Misión expresada en el Estatuto indica cómo desde la parte, que implica la formación de profesionales, se apunta a un fin, la justicia y solidaridad social como manifestación real de la fraternidad que, pedagógicamente y porque es socialmente sensible, se puede hacer cargo de la igualdad y la libertad.

Por esta razón al recuperar nuestro Estatuto y expandirlo en clave pedagógica con la carta encíclica Fratelli Tutti, debería orientar nuestra praxis educativa, hacia la liberación de todas las formas de discriminación, explotación y descarte.

La carta papal, está estructurada en ocho capítulos, 287 párrafos. El primero de ellos se denomina “Las sombras de un mundo cerrado”. El segundo, “Un extraño en el camino”. El tercero, “Pensar y Gestar un mundo abierto”. El cuarto, “Un Corazón abierto al mundo entero. El quinto, “La mejor Política”. El sexto “Sobre el Diálogo y amistad social. El séptimo, “Caminos de reencuentro”. Y el último, “Las Religiones al servicio de la Fraternidad”. (Papa Francisco, 2020).

A cada uno de estos capítulos de la encíclica, los invitamos a leerlos en clave educativa y pensarlos desde estos títulos: 1. Las sombras de una Universidad cerrada. 2. Un extraño en la Universidad. 3. Pensar y Gestar una Universidad accesible. 4. Un corazón abierto y una cabeza descolonizada. 5. La mejor política educativa. 6. Sobre el Diálogo y la Amistad Pedagógica. 7. Caminos de reencuentro y 8. Las Universidades al servicio de la fraternidad y la construcción de la mesa común. La propuesta es releer los 8 capítulos y transformarlos en una hoja de ruta para que desde la Universidad y con nuestras convicciones, nos comprometamos con la construcción de una sociedad justa y fraterna. Todos sabemos que ante la misión que nos corresponde podemos pasar de largo y tomar otros caminos que probablemente se tornen innecesarios, inútiles, superfluos y cómplices del mercado.

## Desarrollo

Para continuar este itinerario nos proponemos retomar el párrafo 7 de la Introducción de la encíclica, que dice: *“Asimismo, cuando estaba redactando esta carta, irrumpió de manera inesperada la pandemia de Covid-19 que dejó al descubierto nuestras falsas seguridades. Más allá de las diversas respuestas que dieron los distintos países, se evidenció la incapacidad de actuar conjuntamente. A pesar de estar hiperconectados, existía una fragmentación que volvía más difícil resolver los problemas que nos afectan a todos. Si alguien cree que sólo se trataba de hacer funcionar mejor lo que ya hacíamos, o que el único mensaje es que debemos mejorar los sistemas y las reglas ya existentes, está negando la realidad”*. (Papa Francisco, 2020).

Creemos que esta introducción de la carta nos interpela e invita a preguntarnos en profundidad respecto a ¿qué estábamos haciendo cuando irrumpió la pandemia, a qué estábamos dedicados?, ¿con quiénes y para quiénes estábamos trabajando?, ¿cuáles son nuestras falsas seguridades que fueron desnudadas?, ¿cuáles son los problemas que cómo Universidad y Sociedad nos afectan y duelen?, ¿cuáles son las características de las soluciones que nos estamos proponiendo? En definitiva, una invitación a realizar un balance de Gobierno que nos permita responsablemente hacernos cargo de los aspectos positivos y de los que duelen y requieren de modo urgente ser modificados.

Caminamos hacia un mismo horizonte, con las singularidades personales de nuestros ritmos, pero lo hacemos desde la convicción que la Educación y el Conocimiento son derechos humanos y por esta razón no podemos permitirnos que nadie se quede atrás o al costado del camino, privado del goce de ellos.

Como lo describe claramente el capítulo 1 de la Encíclica “Las sombras de un mundo cerrado”, requieren tomar una posición ante la presencia de un extraño en el camino que está a punto de morir. La Parábola del Buen Samaritano, desarrollada en el capítulo 2, tiene dos preguntas fundamentales: *¿Qué debo hacer para alcanzar la vida eterna?; ¿Quién es mi Prójimo?* (Papa Francisco, 2020).

La primera pregunta en clave educativa se puede reformular de la siguiente manera: **¿Qué debemos hacer para que desde la Universidad podamos comprometernos con la construcción de una sociedad justa y fraterna, en la que todas y todos tengan el derecho a la felicidad de una vida digna?** ¿Quiénes son los excluidos de esa vida digna? ¿En qué medida, nuestras actitudes universitarias cotidianas reflejan la Samaritanía, o se parecen más a las del Levita y al maestro de la Ley que “pasan de largo”?

El Párrafo 64 de la carta es claro. *“¿Con quién te identificas? Esta pregunta es cruda, directa y determinante. ¿A cuál de ellos te pareces? Nos hace falta reconocer la tentación que nos circunda de desentendernos de los demás; especialmente de los más débiles. Digámoslo, hemos crecido en muchos aspectos, aunque somos analfabetos en acompañar, cuidar y sostener a los más frágiles y débiles de nuestras sociedades desarrolladas. Nos acostumbramos a mirar para el costado, a pasar de largo, a ignorar las situaciones hasta que éstas nos golpean directamente”*. (Papa

Francisco, 2020). Por eso, hablamos de una Universidad enferma que frecuentemente se construye y sostiene, al margen de los dolores de la sociedad.

En el párrafo 105 podemos encontrar otros riesgos y síntomas. *“El individualismo no nos hace más libres, más iguales, más hermanos. La mera suma de los intereses individuales no es capaz de generar un mundo mejor para toda la humanidad. Ni siquiera puede preservarnos de tantos males que cada vez se vuelven más globales. Pero el individualismo radical es el virus más difícil de vencer. Engaña. Nos hace creer que todo consiste en dar rienda suelta a las propias ambiciones, como si acumulando ambiciones y seguridades individuales pudiéramos construir el bien común”*. Este último párrafo nos recuerda la primera enfermedad a la que haremos referencia parafraseando a Boaventura de Sousa Santos (2018) y la denominaremos *“capitalismo académico”*, que junto al colonialismo y el patriarcado configuran el capitalismo como la religión actual, única sin posibilidad de tregua ni redención. El capitalismo académico con rasgos neoliberales está caracterizado por el individualismo, que en distintos grados y formas se centra en la negación de nuestro carácter de seres sociales, en la invisibilización del otro que siempre nos constituye. Negar al otro, descartarlo, es la forma sutil de autodestrucción de nuestra especie. En tal sentido, consideramos que el capitalismo académico es la enfermedad que engendra el resto de las patologías, o se manifiesta con distintos síntomas que reconocen su origen en el capitalismo, que en la actualidad tiene características neoliberales.

El párrafo 114 nos habla a todos los que tenemos responsabilidades formativas y educativas. Y nos invita a preguntarnos *¿Cuáles son esos intereses individuales e individualizantes que nos atraviesan y nos dificultan la construcción del bien común?* Creemos que los intereses egoístas en general están caracterizados por:

- a) Obsesión por engrosar el currículum como construcción individual.
- b) Competencia y celos entre integrantes de la comunidad educativa, y escaso reconocimiento hacia el trabajo ajeno.
- c) Tendencia a mirar y señalar los defectos ajenos para ocultar los propios.

El párrafo 115 dice: *“en estos momentos donde todo parece diluirse y perder consistencia, nos hace bien apelar a la solidez que surge de sabernos responsables de la fragilidad de los demás buscando un destino común. La solidaridad se expresa concretamente en el servicio, que puede asumir formas muy diversas de hacerse cargo de los demás. El servicio es en gran parte, cuidar la fragilidad. Servir significa cuidar a los frágiles de nuestras familias, de nuestra sociedad, de nuestro pueblo”* y agregamos, de nuestra comunidad Universitaria, que necesita ser casa de todos y todas, porque tiene la voluntad política de construir una mesa común que requiere que el poder se ejerza obedeciendo.

Más adelante, el párrafo 154 expresa, *“para hacer posible el desarrollo de una comunidad mundial, capaz de realizar la fraternidad a partir de pueblos y naciones que vivan la amistad social, hace falta la mejor política puesta al servicio del verdadero bien común...”* ¿Cuáles son las características de nuestras políticas educativas actuales?, ¿en qué, para qué y cómo podemos modificarlas? Para esto les proponemos revisar nuestras propuestas políticas, para que ellas nos reorienten en las concreciones necesarias para construir a partir de todos los claustros, los departamentos de enseñanza, el consejo directivo, las secretarías y subsecretarías, las áreas y unidades. Un cogobierno real que se hace cargo responsablemente de los logros alcanzados y las asignaturas pendientes, que tengan la capacidad de evitar los siguientes riesgos:

- Producción de papers para mantenernos en el Sistema, con escasa relevancia social.
- Procesos de internacionalización acrílicos y homogeneizantes que terminan sirviendo intereses particulares
- Servicios que suplen el déficit presupuestario y se distribuyen entre los que “producen”.
- Procesos de evaluación - acreditación, carrera académica, que suelen mirarse desde lógicas parciales, mercantiles con cargas administrativas que restan tiempos para estar juntos.
- Planes de estudio que se limitan a las demandas del mercado y a compensar las deficiencias que este mismo produce. Este “ethos”, actitud, lleva a que algunas veces los procesos de enseñanza, resultados de aprendizaje y perfiles profesionales, pierdan la posibilidad real de trascender una lógica de las credenciales para estar al

servicio real de la construcción de una nación justa. La formación se reduce a un carácter instrumental de profesionales competentes, acreditables en post y para el mercado que requiere competentes fragmentados.

- Fragmentación asimétrica del Subsistema Educativo y marcado distanciamiento entre los niveles y modalidades. En la Educación Superior en general y la Universidad en particular, frecuentemente la identidad del profesional liberal termina fagocitando al docente.
- Sistemas de gobierno desigualmente representativos y escasamente participativos a la hora de la toma de decisiones. Los actos democráticos adquieren sentidos con procesos democratizadores que actualizan derechos.

## Conclusiones

Lo planteado en este artículo constituye un llamado de atención para evitar un reduccionismo en nuestras funciones y el modo de realizarlas. Por esta razón, la intención es doble. Por una parte, invitarnos con esperanza a tener la actitud de servicio y cuidado como la tuvo el Samaritano. Por la otra “profanar” (Agamben, 2005) nuestro lugar, que tiene como misión fundamental el compromiso de construir una sociedad justa que incluya a todos y todas en sus espacios y decisiones. La profanación trasciende la desacralización, es el camino para que lo sagrado sea accesible al uso de todos, se torne común.

Como trabajadores de una institución pública, estamos convencidos de la importancia de generar una Política Educativa fundamentada en una “Ética de la alteridad” (Levinás, 2000, 2006), en la que el rostro sufriente del absolutamente otro interpela nuestro estar. Nos indigna una Universidad distante y distinta del Pueblo que la sostiene, del cual es parte y en el que encuentra su sentido. Por eso entendemos que la calidad educativa es el resultado de acciones colectivas, democráticas y participativas que buscan mejorarse; de lo contrario es la competencia del mercado, sus tecnócratas y la selección darwiniana del más apto y exitoso.

La educación y el conocimiento son bienes públicos, derechos de todos los ciudadanos que el Estado -y nosotras/os como servidores de lo público-, debemos garantizar en su redistribución y democratización porque no tenemos el pretexto de la escasez, ni de la contaminación.

### **¿Qué estamos haciendo y qué podemos profundizar para continuar curando las desigualdades socio educativas?**

Trabajemos juntos/as para que cada vez que entremos a la casa universitaria, sepamos que siempre hay otros que todavía están fuera y que tienen derecho a la universidad y su mesa común.

Para finalizar citamos al poeta barroco Francisco de Quevedo para decirnos: “*Ayer se fue; mañana no ha llegado, hoy se está yendo sin parar...*” (Quevedo, 1670). Y agregamos, soy un nosotros que fue. Un futuro que será plural, y un es, que está, porque hay otras personas, a quienes podemos servir.

## Referencias

- Agamben, G. (2005). Profanaciones. Adriana Hidalgo. Bs. As.
- Augé, M. (2000). Los no lugares, espacios del anonimato. Una antropología de la sobre modernidad. Gedisa. Barcelona.
- Boaventura de Sousa, S. (2018). Conferencia Inaugural. CRES 2018. Córdoba. Argentina.
- Caneloto A. (2020). Cuadernos de Asociación de Filosofía Latinoamericana y Ciencias Sociales -ASOFIL-. Seminario, Educación. Argentina. En <https://asociacionfilosofialatinoamericana.wordpress.com>
- Levinás, E. (2006). Totalidad e infinito. Ensayo sobre la exterioridad. Sígueme. Salamanca.
- Levinás, E (2000). Ética e infinito. trad. Jesús María Ayuso Díez. Visor. Madrid.
- Kusch, R. (2007) Obras Completas. Tomo I. La seducción de la Barbarie (1953). Tomo II. América Profunda (1962). Fundación Ross. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Melich, J. (2010) Ética de la Compasión. Herder. Barcelona.
- Papa Francisco (2020). Encíclica Fratelli Tutti. Sobre la Fraternidad y Amistad Social. Libreria Editrice vaticana. Roma.

Papa Francisco (2014). Mensaje sobre las 15 enfermedades de la Iglesia. Ciudad del Vaticano. Roma.  
Quevedo, F. (1670). El Parnaso español. "¡Ah de la vida!"



Área temática:

Las innovaciones curriculares en ingeniería



# Tecnología y Reingeniería para el Cambio Educativo y la Mejora Continua en la UTN

## Technology and Reengineering for Educational Change and Continuous Improvement at UTN

Presentación: 07/10/2021

**Uriel R. Cukierman<sup>a</sup>, Mario Di Blasi Regner<sup>b</sup>, José Luis Verga<sup>a</sup>, Roxana G. Ramírez<sup>c</sup>, Raquel Barriento<sup>a</sup>**

a. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires; b. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional General Pacheco; c. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná

[uriel@cukierman.name](mailto:uriel@cukierman.name), [mario.diblas@gmail.com](mailto:mario.diblas@gmail.com), [arqilv@yahoo.com.ar](mailto:arqilv@yahoo.com.ar), [roxanaguadaluperamirez@yahoo.com.ar](mailto:roxanaguadaluperamirez@yahoo.com.ar), [raque.barriento@gmail.com](mailto:raque.barriento@gmail.com)

### Resumen

El presente trabajo describe los primeros avances realizados en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo denominado “Desarrollo de un Proceso de Reingeniería para el Cambio Educativo y la Mejora Continua de la Educación en Ingeniería en la UTN” (TEAIBBA0008190TC). Se incluye una contextualización de la cuestión a investigar, así como algunos resultados preliminares obtenidos hasta aquí. Se espera que, al avanzar con el desarrollo de la investigación, se obtengan resultados que permitan definir lineamientos para definir nuevas transformaciones metodológicas y tecnológicas, que faciliten el desarrollo de las competencias requeridas por los nuevos estándares, para la acreditación de las carreras de ingeniería en la Argentina y por las demandas de la sociedad actual, signada por la Transformación Digital, la 4ª Revolución Industrial y la Automatización.

**Palabras clave:** Tecnología, Reingeniería, Innovación educativa, Educación en Ingeniería.

### Abstract

This paper describes the early progress made within the framework of the Research and Development Project entitled "Development of a Reengineering Process for Educational Change and Continuous Improvement of Engineering Education at the UTN" (TEAIBBA0008190TC). It includes a contextualization of the issue to be investigated, as well as some preliminary results obtained so far. It is expected that, by continuing with the development of the research, results will be obtained that allow the definition of guidelines for methodological and technological transformations that facilitate the development of the competencies required by the new standards for the accreditation of engineering programs in Argentina and by the demands of today's society characterized by Digital Transformation, the 4<sup>th</sup> Industrial Revolution and Automation.

**Keywords:** Technology, Reengineering, Educational Innovation, Engineering Education

### Introducción

El contexto en el que se desarrolla la Educación en Ingeniería (EI) en el mundo ha cambiado significativamente debido a la Transformación Digital, la 4ª Revolución Industrial y la Automatización. A estos factores se le ha sumado la pandemia, que ha puesto en evidencia la falta de preparación de las instituciones educativas y de algunos docentes en general, para enfrentar imprevistos. En la Argentina se agrega la aparición de los estándares de acreditación por

competencias. Todas estas situaciones exigen una respuesta por parte de las instituciones de Educación Superior, en especial aquellas enfocadas en disciplinas tecnológicas, razón por la cual es necesario plantear una investigación conducente al desarrollo de un proceso de reingeniería para el cambio educativo y la mejora continua de la EI, en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), cuyo objetivo sea generar el conocimiento sobre la situación actual y, una vez adquirido, desarrollar bases para un proceso de reingeniería para el cambio y la mejora continua, entendiéndose como aquel destinado a modificar paradigmas existentes, generando de manera creativa nuevas formas de realizar actividades, con la participación de la totalidad de los estratos de la organización, incluyendo el enfoque dinámico, la radicalidad y el cuestionamiento de los supuestos.

## Desarrollo

En la actualidad las falsas dicotomías entre tecnófilos y tecnófobos no son conducentes, sabiendo que lo importante no es la herramienta tecnológica, sino la forma en que es utilizada en relación con un objetivo educativo y por un docente adecuadamente capacitado en el tema (García Aretio, 2007), por lo tanto, resulta pertinente y de suma importancia analizar cuáles son las tecnologías emergentes en particular, atendiendo la especificidad de este trabajo, en el ámbito de la Educación Superior.

Para empezar, se han identificado las tecnologías emergentes a partir de fuentes pertinentes y actualizadas. En la edición 2020 del reporte anual elaborado por la organización EDUCAUSE (EDUCAUSE, 2020) se incluye, como es habitual, una prospectiva sobre las principales tendencias que configuran la educación superior en base al aporte de expertos internacionales<sup>1</sup>. En dicho reporte se describen aquellas tecnologías y prácticas emergentes que se cree tendrán un impacto significativo en el futuro de la enseñanza y el aprendizaje postsecundarios, con un enfoque en aquellas que son nuevas, o para las que parece haber nuevos desarrollos sustanciales. Se describen a continuación los resultados de dicho análisis prospectivo:

- Tecnologías de aprendizaje adaptativo
- Aplicaciones educativas de inteligencia artificial/aprendizaje automático (Machine Learning)
- Analíticas para el éxito de los estudiantes
- Revalorización del diseño instruccional, el aprendizaje de la ingeniería, y diseño de experiencia de usuario (UX) en Pedagogía
- Recursos educativos abiertos
- Tecnologías de realidad extendida XR (RA/RV/RM/Háptica)

Un año más tarde, y ya tomando en consideración los cambios provocados por la pandemia, el nuevo reporte (EDUCAUSE, 2021) plantea que las tecnologías y prácticas claves (ahora se las llama claves en lugar de emergentes) son las siguientes:

- Inteligencia Artificial (IA)
- Modelos de cursos mixtos o híbridos
- Analíticas de aprendizaje

<sup>1</sup>Canadá, Estados Unidos de Norte América, Egipto, España, Japón, Alemania, Francia, China, Australia, entre otros

- Micro credenciales
- Recursos Educativos Abiertos (REA)
- Calidad del aprendizaje en línea

Como puede observarse, salvo por el mayor énfasis en las modalidades virtuales o híbridas como consecuencia de las experiencias realizadas durante el último año, las coincidencias con lo descrito en el informe previo son claras.

Las conclusiones de los reportes hasta aquí descritos son coincidentes con otros análisis prospectivos (Fedirko,

2019) (Gartner, Inc., 2019) (Wong, 2020) (Mellul, 2018) (Hatcher, 2020) en las tecnologías y prácticas que se detallan a continuación

- **Inteligencia Artificial (IA):** incluyendo todo lo que se refiere al análisis automatizado de grandes volúmenes de información y su aplicación en la forma de Analíticas de Aprendizaje, Aprendizaje Adaptivo y Aprendizaje Automático (Machine Learning)
- **Realidades Extendidas (RE):** incluyendo el continuo realidad-virtualidad (Milgram & Kishino, 1994) que pasa por la Realidad Aumentada (RA), la Realidad Mixta (RM), la Realidad Virtual (RV) y los dispositivos hápticos
- **Seguridad y privacidad:** incluyendo temas como el Blockchain y las consideraciones acerca de la privacidad y al manejo seguro de los datos
- **Transformación Digital (TD):** entendida como la posibilidad de aprovechar las tecnologías disponibles para cambiar los planes de estudio y la organización de la enseñanza y del aprendizaje
- **Personalización del Aprendizaje (PA):** en el sentido de promover un aprendizaje activo y centrado en el estudiante por medio de la utilización de la próxima generación de entornos de aprendizaje digital (NGDLE<sup>2</sup>)

En los dos reportes antes mencionados se analizan también las macrotendencias que se cree van a dar forma al futuro de la enseñanza y el aprendizaje postsecundarios. Los expertos en cuestión proporcionaron información sobre cinco categorías de tendencias: sociales, tecnológicas, económicas, de educación superior y políticas. Se describen a continuación las conclusiones de dichos estudios para la categoría “Tecnología”

- Inteligencia artificial: implicaciones tecnológicas (2020)
- Próxima generación de entornos de aprendizaje digital (NGDLE por sus siglas en inglés) (2020)
- Cuestiones sobre analíticas y privacidad (2020)
- Adopción extendida de modelos de aprendizaje híbrido (2021)
- Incremento en el uso de tecnologías para el aprendizaje (2021)
- Formación en línea para el desarrollo docente (2021)

Del análisis de estas cuestiones surge claramente que hay ciertos temas que se mantienen en la agenda de la educación superior, pero han surgido fuertemente otros que son consecuencia de las experiencias vividas durante la pandemia. En efecto, en lo que se refiere a la Educación Superior, pueden observarse cambios que seguramente se proyecten aún después de superada la emergencia. En esta reevaluación existen varios elementos que conviene considerar. En primer lugar, el salto cuántico que, en lo que se refiere a la educación mediada por tecnología, particularmente en la modalidad a distancia, se ha producido durante esta etapa. Son muchos ya los que auguran que la educación en general, pero particularmente la de nivel postsecundario, cambiará definitivamente

<sup>2</sup>Next Generation Digital Learning Environments

(Neuwirth, Jovic, & Mukherji, 2020) (Kanwar & Carr, 2020) (Talanquer, Bucat, Tasker, & Mahaffy, 2020) (Dennis, 2021).

Es así como hoy surgen al debate público cuestiones antes aletargadas por la costumbre, la inercia y la resistencia al cambio. Uno de los más respetados referentes mundiales en el tema decía, ya hace varios años, que “para que la transformación tecnológica sea más fecunda se requiere un esfuerzo de reconocimiento de que estamos ya en la universidad híbrida y que, por tanto, debemos formalizar ese reconocimiento en términos de procedimientos, pedagogía y sistemas de evaluación continua.” (Castells, 2017) Este parecer fue reiterado y reforzado en medio de la pandemia cuando, en su condición de ministro de Universidades de España decía que “la universidad híbrida es ya la regla. La aceptación de esa realidad es cuestión de tiempo. El aprendizaje a la fuerza que hemos tenido que hacer en esta pandemia nos permite un salto adelante en el nuevo modelo pedagógico” (Asuar, 2020). Ahora bien, esta perspectiva absolutamente probable, afecta otras cuestiones que ya han sido listadas en el informe previamente

citado, como ser, la equidad y las prácticas justas, ya que una universidad híbrida supone que tanto estudiantes como docentes tengan un adecuado acceso a las herramientas tecnológicas necesarias, incluyendo fundamentalmente, una adecuada calidad de conexión a Internet. También, y en el caso del plantel docente, la capacitación para su correcto desempeño en este nuevo escenario. Una serie de encuestas realizadas durante el año 2020 (Ministerio de Educación de la Nación, 2020) (Universidad Tecnológica Nacional, 2020), cuyo objetivo fue el análisis del impacto de la metodología virtual de enseñanza implementado durante el confinamiento preventivo y cierre presencial de las universidades dispuesto frente a la situación de emergencia sanitaria da cuenta de dificultades tales como el “desgranamiento” provocador de la deserción medido por porcentaje de asistencia en clases virtuales y de días donde no hubo acceso de los estudiantes cursantes, la organización y cumplimiento de cronogramas por parte de los docentes, la carga del 100% de las materias a la plataforma, la escasez de licencias “Zoom Pro” en sus comienzos, las reuniones de órganos colegiados no contempladas en el reglamento, la imposibilidad de resolución de trámites administrativos debido a la falta de equipamiento del personal no docente, el acceso remoto limitado, entre otros factores. También se detectaron datos positivos como que el dictado de materias anuales haya alcanzado un 100% y de cuatrimestrales un 96%<sup>3</sup> y que los exámenes finales de mediados de 2020 fueron tomados en todas las asignaturas en un 70%.

La situación derivada de la pandemia también puede acarrear efectos negativos, en cuanto al costo de la educación superior, tanto para las instituciones como para los estudiantes, lo que traerá, como consecuencia, la desventaja en la cual se encontrarán aquellas instituciones que dependen de recursos estatales que, muy probablemente, se verán disminuidos debido a que los presupuestos nacionales se enfocaran prioritariamente en subsanar los efectos de la emergencia.

En abril del año 2020, cuando la pandemia recién empezaba y no se podía suponer que un año después seguiríamos igual o peor que entonces, un informe del Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) advertía que “En el supuesto de una duración larga del cese de actividades presenciales, es decir, del equivalente a un trimestre o más, lo más probable es que se produzca un retraimiento de la demanda a corto plazo y un repunte al alza ya en el próximo curso académico allí donde las tasas y los aranceles son inexistentes (como en Argentina) o muy asequibles.” (IESALC, 2020) Esta advertencia se está viendo confirmada en la actualidad. En efecto, en el ámbito particular de la UTN al inicio del ciclo lectivo 2021, ya se ha evidenciado un incremento de la matrícula que, en algunos casos, llega hasta el 50% generando de esa manera una crisis sobre el sistema ya que, si bien las plataformas virtuales soportan sin inconvenientes el mayor

<sup>3</sup> No se considera el 100% por la imposibilidad de implementar práctica de laboratorio presencial reemplazada por simulaciones prácticas virtuales número de participantes, los presupuestos no habilitan el necesario incremento en la cantidad de cargos docentes y, aún si esa cuestión pudiera resolverse, habría que ver cómo se consiguen suficientes docentes y con la adecuada preparación para desempeñarse como tales.

A todo lo hasta aquí expresado se le agrega el hecho de que ya ha sido aprobado por el Ministerio de Educación de la Nación, el nuevo estándar para la acreditación de las carreras de ingeniería, basado en la propuesta desarrollada por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería y que se conoce como “Libro Rojo” (CONFEDI, 2018). Dicha propuesta se fundamenta, entre otros, en los siguientes objetivos:

- Consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante.
- Definir un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento.

Estos dos objetivos representan, de por sí, un cambio significativo en la EI en Argentina ya que no estaban expresados previamente en los anteriores estándares que datan del año 1998 (CONFEDI, s.f.) y mucho menos antes de que existieran los procesos de acreditación que se derivaron de la Ley de Educación Superior (LES) promulgada en 1995.

En efecto, aún hoy en día los currículos están basados en contenidos que se van incrementando a medida que se inventan y desarrollan nuevas tecnologías haciendo que los docentes se esfuercen cada vez más por “dictar el contenido” y “transmitir el conocimiento” reforzando así un modelo absolutamente centrado en el profesor y que no incluye el desarrollo de las llamadas “competencias blandas” tales como:

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

las que han sido expresamente incorporadas en el estándar elaborado por el CONFEDI previamente mencionado. Además de lo dicho anteriormente respecto a las nuevas tecnologías y los docentes, la pandemia ha perjudicado aún más este aspecto, ya que la no presencialidad, la disminución de preguntas en clases debido al asincronismo, la imposibilidad de exposiciones de trabajos prácticos frente a profesores, entre otras razones, ha achicado aún más los recursos habitualmente utilizados por algunos docentes para desarrollar las anteriormente nombradas, competencias blandas.

Se puede afirmar con gran certeza que mucho de lo que hoy se enseña en los cursos de ingeniería será obsoleto cuando los estudiantes se gradúen, y mucho de lo que esos estudiantes necesiten saber cuándo se gradúen, aún no existe. Situación que se debe atender rápidamente ya que los avances tecnológicos y del mercado, avanzan de manera cada vez más ágil y veloz.

## Conclusiones

La ingeniería es hoy una de las disciplinas más demandadas en todo el mundo. En particular en la Argentina los profesionales formados en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) continuarán entre los más demandados para acompañar a las organizaciones en el proceso de incorporación de las últimas tecnologías (RANDSTAD ARGENTINA SA, 2020).

Existen en la Argentina más de 100 facultades de ingeniería entre las de gestión estatal y las de gestión privada. La UTN forma a uno de cada 3 ingenieros (Ministerio de Educación de la Nación, 2018) y es, por lo tanto, un referente en el tema. En consecuencia, lo que ocurre en esta Universidad tiene un impacto más que significativo en el sistema en general y es por ello que resulta pertinente y necesario investigar la realidad actual con el objetivo de plantear las hipótesis sobre las cuales se pueda encarar un proceso de reingeniería de la EI en dicha universidad que tenga a la tecnología como un eje no sólo como objeto de estudio, sino fundamentalmente, por su impacto en las prácticas de enseñanza y de aprendizaje, para así poder planificar planes de acción estratégicos en base a un modelo de tecnología y mejora continua de nuestro sistema de enseñanza que deberá ser, de acuerdo a nuestro presente. cada día más ágil.

## Referencias

- Asuar, B. (11 de noviembre de 2020). Público. (DISPLAY CONNECTORS, SL.) Recuperado el 27 de marzo de 2021, de <https://www.publico.es/entrevistas/castells-hay-listos-establecer-ensenanza-evaluaciones-online-completo.html>
- Castells, M. (2017). La universidad en la era de la información. Lección inaugural UOC 2017-2018. Barcelona. CONFEDI. (s.f.). Recuperado el 23 de abril de 2021, de <https://confedi.org.ar/libro-azul-y-libro-verde/>
- CONFEDI. (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo". Universidad FASTA Ediciones.
- Dennis, M. (19 de enero de 2021). The role of higher education in a post-COVID-19 world. Enrollment Management Report, 24(11), págs. 3-3.

- EDUCAUSE. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition. Louisville: EDUCAUSE. Obtenido de [https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020\\_horizon\\_report\\_pdf.pdf](https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020_horizon_report_pdf.pdf)
- EDUCAUSE. (2021). 2021 EDUCAUSE Horizon Report. Teaching and Learning Edition. Boulder: EDUCAUSE.
- Fedirko, D. (24 de marzo de 2019). eLearning Industry. Obtenido de <https://elearningindustry.com/digital-transformation-in-higher-education-8-top-trends>
- García Aretio, L. (abril de 2007). Los docentes: Entre tecnófilos y tecnófobos. Editorial del BENED.
- Gartner, Inc. (26 de marzo de 2019). Gartner. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-03-26-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technologies>
- Hatcher, J. (26 de enero de 2020). Inside Higher Ed. Obtenido de <https://www.insidehighered.com/sponsored/4-emerging-trends-will-create-opportunities-universities-2020>
- Hui, Y. (2020). Fragmentar el futuro. Ensayos sobre la tecnodiversidad. Buenos Aires: Caja Negra.
- IESALC. (9 de April de 2020). COVID-19 and higher education: Impact analysis, policy responses and recommendations. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de <http://www.iesalc.unesco.org/en/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-EN-090420-2.pdf>
- Kanwar, A., & Carr, A. (2020). The Impact of COVID-19 on International Higher Education: New Models for the New Normal. *Journal of Learning for Development*, 7(3), págs. 326-333.
- Mellul, C. (2018). Un análisis de las tecnologías emergentes en la educación superior y en el centro de trabajo. Paris: Federación Internacional de Universidades Católicas. Obtenido de [http://www.fiuc.org/bdf/pdf/emerging\\_esp.pdf](http://www.fiuc.org/bdf/pdf/emerging_esp.pdf)
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of Mixed Reality visual dispays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Ministerio de Educación de la Nación. (2018). Recuperado el 9 de abril de 2021, de <https://www.argentina.gob.ar/educacion/universidades/informacion/publicaciones/anuarios>
- Ministerio de Educación de la Nación. (2020). El impacto de la pandemia Covid-19 en las rutinas educativas: Respuestas de las Universidades Nacionales. Buenos Aires.
- Neuwirth, L., Jovic, S., & Mukherji, B. R. (2020). Reimagining higher education during and post-COVID-19: Challenges and opportunities. *Journal of Adult and Continuing Education*, págs. 1 - 16.
- RANDSTAD ARGENTINA SA. (8 de enero de 2020). Recuperado el 9 de abril de 2021, de <https://www.randstad.com.ar/quienes-somos/press-releases/randstad-identifica-5-sectores-con-demanda-laboral-activa-2020/>
- Talanquer, V., Bucat, R., Tasker, R., & Mahaffy, P. (septiembre de 2020). Lessons from a Pandemic: Educating for Complexity, Change, Uncertainty, Vulnerability, and Resilience. *Journal of Chemical Education*, 97(9), págs. 2696- 2700.
- Universidad Tecnológica Nacional. (2020). Relevamiento sobre acciones en marcha en el marco del COVID - 19 – Respuestas de 28 Facultades Regionales. Buenos Aires.
- Wong, W. (13 de febrero de 2020). EdTech. Obtenido de <https://edtechmagazine.com/higher/article/2020/02/it-trends-watch-higher-education-moves-new-decade>

# Maestría en Enseñanza de la Ingeniería, un proyecto necesario

## Master in Teaching of Engineering, a necessary project

Presentación: 15/10/2021

### **Carrere, L. Carolina**

Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos. - Argentina  
carolina.carrere@uner.edu.ar

### **Perassi Marisol**

Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos. - Argentina  
marisol.perassi@uner.edu.ar

### **Víctor Hugo Casco**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina  
victor.casco@uner.edu.ar

## **Resumen**

La profesionalización de la docencia en ingeniería surge como una necesidad para atender los nuevos desafíos que se presentan en la enseñanza de la ingeniería. Para dar respuesta a esta necesidad, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos se elaboró y aprobó la creación de una Maestría en Enseñanza de la Ingeniería. El objetivo general de esta carrera es aportar a la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las carreras de ingeniería a través de la formación pedagógica de sus docentes. La carrera se dictará bajo la modalidad de cursado presencial con una estructura curricular semiestructurada e incluye la realización de Actividades de Tutoría y la elaboración de Trabajo final. Con esta carrera se busca desarrollar y fortalecer las competencias propias de la profesión docente en el ámbito universitario y propiciar actividades de investigación en la enseñanza de la ingeniería.

**Palabras clave:** enseñanza de la ingeniería, docencia en ingeniería, profesionalización docente, maestría en enseñanza de la ingeniería.

## **Abstract**

The new challenges of engineering education request the professionalization of teachers of engineering. In order to address this issue, the Faculty of Engineering of the National University of Entre Ríos developed and approved the Master in Teaching of Engineering. The main purpose of this new postgraduate programme is to contribute towards the improvement of the teaching and learning processes of engineering programmes through the pedagogical training of their teachers. The Master in Teaching of Engineering will be presential, with a semi-structured curriculum, and includes the completion of Tutoring Activities and a Final Project. This programme intends to develop and strengthen the own competencies of teachers of engineering and promote research in engineering education.

**Keywords:** engineering education, teachers of engineering, professionalization of teaching, master in teaching of engineering.

## Introducción

La enseñanza de la Ingeniería es hoy un tema prioritario en la agenda educativa nacional e internacional. Sin embargo, son múltiples los desafíos que se presentan en este campo. Entre estos desafíos, uno fundamental es la profesionalización de la práctica docente en ingeniería. Para dar respuesta a esta necesidad, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER) se elaboró y aprobó la creación de una Maestría en Enseñanza de la Ingeniería, que se encuentra próxima a concretarse. La misma pretende contribuir a consolidar el desarrollo y la profesionalización del campo de la enseñanza de la ingeniería en nuestro país, acompañando los avances significativos que se han venido experimentando a nivel internacional.

La Maestría en Enseñanza de la Ingeniería es una carrera nueva gestada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, pero también novedosa en el contexto de nuestro país dado que, si bien existen ofertas de posgrado en docencia universitaria, en enseñanza de las ciencias naturales y de las ciencias exactas, no ocurre lo mismo con la enseñanza de la ingeniería. Según el relevamiento realizado al momento de elaboración de la propuesta, no existe actualmente una oferta de carrera de maestría en enseñanza de la ingeniería y la implementación de programas específicos es todavía incipiente. En este sentido, esta carrera contribuiría a llenar un vacío en la oferta educativa regional y nacional.

A nivel institucional, esta propuesta tiene diferentes antecedentes tales como las investigaciones en el campo educativo que desde hace más de diez años se llevan a cabo en la FIUNER, las cuales han generado la creación del Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería (GIDEI) en el año 2012, grupo conformado por un conjunto multidisciplinario de docentes e investigadores de la casa; y el Programa de Formación Docente de la FIUNER que desde el año 2004 ofrece instancias de formación pedagógica a los docentes de la institución, con el objetivo de garantizar una formación permanente en el campo pedagógico dando así soporte institucional a las problemáticas y preocupaciones concretas ligadas a la práctica docente. Asimismo, en el año 2019 la institución aprobó un “Perfil pedagógico del docente de la FIUNER”<sup>1</sup>, donde se explicitan los principios generales de la política institucional respecto del encuadre pedagógico propuesto para la formación de los futuros egresados y cuyo objetivo es promover determinados aspectos de la práctica educativa que la institución pretende fortalecer.

Todas estas acciones, impulsadas desde hace más 15 años por la institución, vienen aportando al desarrollo de las didácticas específicas y se traducen en acciones concretas para contribuir al fortalecimiento de la educación en ingeniería con un encuadre institucional. Un paso más en este sentido lo constituye la creación de esta Maestría, que formaliza en una propuesta curricular concreta, la necesidad de brindar herramientas pedagógicas a los docentes de ingeniería de nuestro país.

## Desarrollo

En nuestro país, la Ley de Educación Superior<sup>2</sup> establece, en su artículo N° 36, que los docentes “deberán poseer título universitario de igual o superior nivel a aquel en el cual ejercen la docencia” y que son las instituciones universitarias las que garantizarán el perfeccionamiento de sus docentes, resaltando que esto incluirá “capacitación en el área científica o profesional específica y en los aspectos pedagógicos”. Sin embargo, lo que sucede habitualmente es que los docentes universitarios se perfeccionan principalmente en los aspectos científicos y profesionales específicos, accediendo a alguna de las múltiples ofertas que existen a lo largo y a lo ancho de todo el sistema universitario nacional. Lamentablemente, no se puede afirmar lo mismo respecto de la formación pedagógica. Esto sucede por diversos factores que exceden al presente trabajo. No obstante, queda claro que la responsabilidad de la capacitación de los docentes universitarios en los aspectos pedagógicos recae sobre cada institución.

Tal como señala Lucarelli (2008), históricamente en nuestro país una característica común de los docentes universitarios es que suelen tener una sólida formación en los aspectos disciplinares específicos, pero no en los aspectos pedagógicos. El campo de la ingeniería no escapa a esta problemática. La mayoría de los docentes carece de una formación pedagógica de base y la pedagogía aparece como un campo poco explorado e incluso muchas

<sup>1</sup> Resolución “C.D.” N°353/2019, “PERFIL PEDAGÓGICO DEL DOCENTE DE LA FI-UNER”, Oro Verde, 2019.

<sup>2</sup> Ley N° 24.521, del año 1995

veces resistido.

En este contexto, la propuesta de una carrera de maestría en enseñanza de la ingeniería, dirigida a los docentes de ingeniería de nuestro país, cobra un valor altamente significativo. La misma responde al presupuesto de que es necesario desarrollar políticas institucionales que promuevan la profesionalización de la docencia universitaria, considerando que la misma es una profesión especializada, en el sentido planteado por Zabalza (2009).

Esto mismo se ha sostenido desde los organismos que nuclean a las instituciones de formación de ingenieros a nivel nacional (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI) e iberoamericano (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería - ASIBEI) y ha quedado plasmado, por ejemplo, en la Declaración de USHUAIA de ASIBEI (2015), bajo el título de “Formación de Profesores: por una docencia de calidad”. En dicho documento se sostiene: “el principio de educar ingenieros requiere la satisfacción, por parte de los profesores, de una serie de cualidades que deben reflejarse en su formación como profesionales de la educación. Entre esas cualidades pueden destacarse: 1. Conocimiento de la disciplina que se enseña y relacionados con sus diversas visiones, su historia y su conexión con otras disciplinas, y 2. Conocimiento pedagógico sobre lo que se enseña (Shulman, 1986) o el sello pedagógico de la disciplina (Kreber & Castleden, 2009)”.

Esta carrera intenta dar respuesta a estas necesidades y demandas, así como contribuir a fortalecer el enfoque de la enseñanza por competencias<sup>3</sup> y el aprendizaje centrado en el estudiante, dos aspectos del nuevo paradigma en la formación de ingenieros. Desde CONFEDI ya hace varios años que se viene promoviendo la incorporación en los diseños y desarrollos curriculares de la perspectiva de formación por competencias profesionales, para lo cual, entre otras cosas, ha definido estándares basados en competencias de egreso de los ingenieros (CONFEDI, 2014; CONFEDI, 2018) y ha desarrollado diferentes acciones como lo es el Programa de “Capacitación de docentes para el desarrollo de un aprendizaje centrado en el estudiante en las carreras de ingeniería” implementado en los años 2017 y 2018. Sin embargo, el paso de un modelo tradicional de enseñanza, centrado en el docente y los contenidos como protagonistas, a un modelo centrado en el alumno, su aprendizaje de esos contenidos y el desarrollo de competencias requiere necesariamente continuar con acciones concretas ligadas a la formación y profesionalización de los docentes.

Se entiende que la formación docente aporta de manera directa a la mejora de los procesos educativos dado que supone un “cambio en el pensamiento práctico, en los modos de hacer y pensar profesional, y en las teorías implícitas que los profesores usan para interpretar y orientar los procesos de enseñanza” (Macchiarola, 2012: 133).

Precisamente, el objetivo general de esta carrera es aportar a la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las carreras de ingeniería a través de la formación pedagógica de sus docentes. Como objetivos específicos se propone: proveer al egresado de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan los procesos de enseñanza y de aprendizaje en las carreras de ingeniería; promover el conocimiento sobre la didáctica específica de la enseñanza de la ingeniería, contribuir a profesionalizar el ejercicio de la docencia a nivel regional y nacional; y fortalecer la innovación en docencia e investigación educativa en las prácticas docentes de las carreras de ingeniería.

<sup>3</sup> Entendiendo las competencias como saberes integrados en acción: “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” (Perrenoud y LeBoterf, retomada por CONFEDI, 2014)

Asimismo, se entiende que esta carrera constituirá un espacio de convergencia para los docentes maestrandos, profesionales provenientes de diferentes especialidades de la ingeniería, donde podrán analizar en forma conjunta sus prácticas, diversas en más de un sentido, pero encuadradas todas en el marco común de la enseñanza de la ingeniería.

Se concibe el perfil del egresado como un docente profesional de la enseñanza, con dominio de los conocimientos teóricos y metodológicos del campo de la didáctica de la ingeniería, quien será capaz de planificar e implementar innovaciones sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, que permitan generar y sustentar propuestas superadoras en el marco de un trabajo crítico y creativo.

En esos egresados se espera desarrollar las siguientes competencias profesionales (Zabalza, 2005): 1. Planificar el proceso de enseñanza y aprendizaje 2. Seleccionar y preparar los contenidos disciplinares 3. Desarrollar la formación de los/as ingenieros/as atendiendo a los desafíos de la profesión en el contexto actual 4. Ofrecer información y explicaciones comprensibles y bien organizadas (competencia comunicativa) 5. Capacitar en el manejo de las nuevas tecnologías 6. Diseñar la metodología y organizar las actividades 7. Generar las mejores herramientas para comunicarse-relacionarse con los/as alumnos/as 8. Desarrollar una función tutorial 9. Evaluar 10. Reflexionar e investigar sobre la enseñanza 11. Identificarse con la institución y trabajar en equipo.

La carrera se dictará bajo la modalidad de cursado presencial, sin embargo, gran parte de su carga horaria se propone desarrollar en la modalidad a distancia, haciendo uso de los múltiples recursos que la virtualidad ofrece para el campo educativo.

La estructura curricular de esta carrera es semiestructurada. El plan de estudios ofrece actividades predeterminadas y comunes a todos los maestrandos y un trayecto optativo que adoptarán sobre la base del área de conocimiento, campo de trabajo o tema del trabajo final de cada uno de ellos. El plan de estudios de la Maestría comprende un total de 720 horas distribuidas en: 270 hs. de un ciclo de seminarios obligatorios, 270 horas de un ciclo de seminarios optativos y 180 horas de actividad de tutorías y elaboración de un Trabajo final. Éste, deberá tener carácter individual y escrito. Podrá adquirir el formato de un proyecto, una obra, un estudio de casos, un ensayo, un informe de trabajo de campo u otras que den cuenta de una producción personal que permita evidenciar la integración de aprendizajes realizados en el proceso formativo, la profundización de conocimientos en un campo profesional y el manejo de destrezas y perspectivas innovadoras en la profesión. El Trabajo final se desarrollará bajo la supervisión de un/a director/a de Trabajo final de Maestría.

El ciclo de formación obligatorio tiene por finalidad que el maestrando alcance un dominio de las herramientas y teorías pedagógicas necesarias para la comprensión del campo de la enseñanza de la ingeniería. El ciclo de formación optativo pretende ofrecerles la posibilidad de complementar y profundizar su formación en áreas vinculadas al ejercicio de su tarea docente. Se proponen seminarios optativos específicos, de acuerdo con los bloques curriculares de interés para la enseñanza en carreras de ingeniería. Asimismo, estos seminarios podrán ser revisados y modificados periódicamente por el Consejo Directivo de la FIUNER con el fin de abordar contenidos relacionados con nuevas tendencias educativas para la enseñanza de la ingeniería, nuevas perspectivas teóricas, problemáticas actuales de la formación de ingenieros, etc.

Además del cursado de los seminarios, los maestrandos deberán realizar las Actividades de Tutoría y elaboración de Trabajo final, que tendrán una duración de 180 horas reloj. Consistirán en una serie de jornadas, encuentros, talleres y reuniones distribuidas a lo largo de la carrera. Serán organizadas por un docente tutor que tendrá a su cargo un grupo reducido de maestrandos. Abordarán contenidos tales como: lectura comprensiva de bibliografía específica de los seminarios, escritura académica de trabajos finales, trabajo intelectual, selección de seminarios optativos, problemáticas en torno a la construcción del Trabajo final, etc. Estas actividades estarán

destinadas a acompañar el proceso de formación de los maestrandos a lo largo de toda la carrera. Además, incluye el desarrollo del Trabajo Final para la obtención del título de Magister en Enseñanza de la Ingeniería.

La formación práctica se desarrollará a lo largo de la carrera, en diferentes asignaturas y con metodologías tales como trabajos de campo (desarrollo de estrategias de intervención a partir del análisis de casos prácticos), observación y análisis didáctico de situaciones de práctica de la enseñanza, realización de entrevistas, descripción y análisis de casos, resolución de situaciones problemáticas, análisis de problemas, elaboración de informes, discusión de materiales bibliográficos, revisión de investigaciones del campo educativo, entre otras.

Según la clasificación de carreras de Maestría establecidas por el Ministerio de Educación de la nación<sup>4</sup>, la presente carrera corresponde a una Maestría Profesional que busca desarrollar y fortalecer las competencias propias de la profesión docente en el ámbito universitario y propiciar actividades de investigación en este campo. Así, el proyecto contempla un currículum ligado a la práctica docente, que incentive principalmente la reflexión y fundamentación de las prácticas educativas. Se entiende que este proceso, cuando es sistemático y riguroso, es uno de los caminos más eficaces para mejorar la práctica profesional en la universidad (Santos Guerra, 2001).

## Conclusiones

En la universidad, en su modelo más tradicional, encontramos muchas prácticas que se reproducen año tras año a pesar de haber ido perdiendo el sentido que las originó, al modo de un mecanismo, un automatismo que se perpetúa sin interrogación (Tenutto, 2002). Superar esto es uno de los desafíos más significativos de los docentes universitarios, pero también uno de los modos más directos de profesionalizar la tarea. Esto es en la actualidad más apremiante aún dado el contexto de la pandemia, que ha puesto en cuestión de una manera renovada esas prácticas poco reflexivas y esos modelos tradicionales de enseñanza. Sin embargo, este desafío no debería ser de los docentes individualmente hablando y su concreción no debería depender solamente de la voluntad de cada uno de ellos. Son las instituciones universitarias las que deberían poder impulsar este proceso de profesionalización de sus docentes, brindando las condiciones necesarias para ello.

Por todo lo expresado, dado el contexto educativo nacional actual de las ingenierías, la especificidad del público al que se destina y la ausencia en el país de carreras de posgrado especializadas en esta área, se considera fundamental ofrecer esta nueva Maestría.

## Referencias

Asibei (2015): Declaración De Ushuaia, Argentina “Formación De Profesores: Por Una Docencia De Calidad” Disponible En: <http://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/04/Declaracio%Cc%81n-Vf-Ushuaia-Marzo-29-2016.Pdf>

Confedi (2014) Competencias En Ingeniería, Mar Del Plata, Disponible En: [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/Cuadernillo-De-Competencias-Del-Confedi.Pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-De-Competencias-Del-Confedi.Pdf)

Confedi (2018) Propuesta De Estándares De Segunda Generación Para La Acreditación De Carreras De Ingeniería En La República Argentina “Libro Rojo De Confedi”, Disponible En:

[https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/Libro-Rojo-De-Confedi-Estandares-De-Segunda-Generacion-Para-Ingenieria-2018-Vfpublicada.Pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Libro-Rojo-De-Confedi-Estandares-De-Segunda-Generacion-Para-Ingenieria-2018-Vfpublicada.Pdf)

Lucarelli, Elisa (2008). Asesoría pedagógica y cambio en la universidad. Revista Currículum y Formación de Profesorado. Año/vol. 12. Nº 1, pp. 1-14. Universidad de Granada, España. Disponible en: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev121ART7.pdf>

Macchiarola, Viviana (2012). Rupturas en el pensar y el hacer. Políticas y prácticas de innovación educativa en la universidad. Río Cuarto: UniRío Editora.

Santos Guerra, Miguel Ángel (2001). Sentido y finalidad de la evaluación de la universidad. Rev. Perspectiva

Educacional, Instituto de Educación UCV, Nº 37-38, I y II - Págs. 9-33.

Tenutto, Marta Alicia (2002). *Herramientas de Evaluación en el Aula*. 3ra edición, Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de la Plata.

Zabalza, Miguel Ángel (2009). Ser profesor universitario hoy. *Revista La Cuestión Universitaria*, 5, pp. 69-81.

Zabalza, Miguel Ángel (2005) "Competencias docentes del profesorado universitario: Calidad y desarrollo profesional" Edit. Narcea)



Área temática:

Las tecnologías aplicadas en educación



# Educación Remota de Emergencia en el Curso de Ingreso de la UNLaM

## Remote Emergency Education in the UNLaM admission course

Presentación: 20/09/2021

### **Roxana Scorzo**

Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
rscorzo@unlam.edu.ar

### **Gabriela Ocampo**

Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
gocampo@unlam.edu.ar

### **Cristina Villamil**

Universidad Nacional de La Matanza, Argentina  
crperezvillamil@unlam.edu.ar

## **Resumen**

Ante la necesidad de impartir el curso de ingreso a todas las carreras que se dictan en la Universidad Nacional de La Matanza, la Secretaría Académica, de quien depende la organización de esta etapa, decide en el año 2020, desarrollar las clases de manera remota. En este artículo queremos evidenciar las percepciones de los estudiantes frente a esta metodología de abordaje del curso de ingreso carreras de ingeniería y arquitectura, en las materias matemática y geometría. Explicaremos, por qué hablamos de educación remota de emergencia, características principales de esta modalidad y algunas recomendaciones didácticas que hemos tenido en cuenta. Finalmente explicitaremos las apreciaciones de los estudiantes en cuanto a los materiales y organización general de la puesta en marcha de la metodología de emergencia adoptada, las cuales obtuvimos a partir de una encuesta que respondieron 974 aspirantes a ingresar a carreras de ingeniería y arquitectura.

**Palabras clave:** educación remota, ingreso, matemática, geometría.

## **Abstract**

Faced with the need to teach the admission course to all the careers dictated in the National University of La Matanza, the Academic Secretary, on whom the organization of this stage depends on, decided to carry out the classes remotely during 2020. In this article we want to show the perceptions of the students facing this boarding methodology of the admission course to the engineering and architecture careers, in the math and geometry subjects. We will explain why we talk about remote emergency education, the main characteristics of this modality and a few didactics recommendations that we have taken into account. Finally, we will explain the appreciations of the students in terms of materials and general organization of the start-up of the emergency methodology adopted, which we obtained from a poll that 974 aspirants to enter the engineering and architecture careers answered.

**Keywords:** remote education, admission, math, geometry.

## Introducción

El contexto en el cual se enmarca este artículo es el denominado curso de ingreso de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), específicamente a carreras de ingeniería y arquitectura en las materias matemática y geometría, que depende de la Secretaría Académica de esta casa de estudios.

Para ingresar a casi todas las carreras que se dictan en la UNLaM, los alumnos deben cursar tres asignaturas, una común a todas, llamada Seminario de comprensión y producción de textos, una específica del departamento y una tercera materia. Para ingresar a carreras de ingeniería y arquitectura la materia específica es Matemática y la tercera materia es Geometría, en arquitectura se agrega una cuarta materia denominada Introducción al conocimiento Proyectual. Para poder ingresar los aspirantes deben asistir, en circunstancias normales, a un curso de ingreso y aprobar un examen de cada una de las materias que lo forman, en el caso particular de arquitectura, no podrán obtener plazo en ninguna de las tres primeras materias básicas para poder acceder a rendir la cuarta materia, es decir no tienen posibilidad de rendir recuperatorio a diferencia de los aspirantes a ingeniería que si pueden acceder a recuperar si en al menos una de las materias obtienen 4 o más puntos. El resultado de un promedio ponderado de 70 puntos determina el acceso a la Universidad, siendo la materia específica, en nuestro caso matemática, la de mayor peso (el puntaje obtenido se multiplica por 4, mientras que las otras dos lo hacen por 3).

## Desarrollo

### **Marco conceptual. Modalidades de Educación.**

Diversos autores (Ibáñez, 2020; Torbay, 2021; Galindo et al., 2020; Alonzo, 2021) señalan que ante la emergencia generada por la pandemia las instituciones educativas de todos los niveles tuvieron que adaptarse a la circunstancia y buscar la forma de continuar con el dictado de clases. Surgen entonces algunas denominaciones como Educación Remota de Emergencia, Educación en Línea, Educación Virtual y Educación a Distancia, cada una de estas modalidades tienen diferencias y es conveniente que como educadores conozcamos cuáles son para saber qué tipo de educación impartimos, sintetizamos las principales ideas de cada una de estas modalidades (Ibáñez, 2020).

**Educación en Línea:** docentes y alumnos participan de manera sincrónica, en forma activa, a través de diversos recursos tecnológicos, como ser computadoras o celulares, haciendo uso de internet y de diversas plataformas como Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, entre otras. El rol del docente es de tutor, y algunas ventajas de esta modalidad es que permite el acompañamiento de los alumnos, promueve la autogestión de los mismos, reduce el gasto del traslado a las instituciones educativas, se pueden generar debates y promover la participación activa de todos los protagonistas.

**Educación Virtual:** docentes y alumnos participan de manera asincrónica, a través de una plataforma multimedia. Los materiales didácticos se suben a dicha plataforma y se interactúa a través de los Foros, subiendo sus producciones y recibiendo la retroalimentación por parte del docente o de sus pares. La ventaja es no estar atado a un horario fijo, la desventaja es desconocer el uso de la plataforma y las limitaciones que ésta presenta.

**Educación a Distancia:** a diferencia de la educación virtual, esta modalidad combina espacio presencial con otro virtual, variando la proporción de cada uno en las distintas instituciones. Los alumnos tienen el control de la organización de sus tiempos y actividades de aprendizaje, el acceso a los materiales puede darse de diversas maneras, por correo, plataformas, repositorios, correos electrónicos, medios de comunicación, entre otros. El docente debe proveer estos materiales y luego evaluar, acreditar y retroalimentar los aprendizajes. Un obstáculo de esta modalidad es que el estudiante debe ser muy organizado y asumir que no cuenta con un acompañamiento fluido con sus profesores, la responsabilidad del aprendizaje recae sobre él.

**Educación Remota de Emergencia:** a raíz de la pandemia generada por el COVID-19, la educación tuvo que adaptar en un corto tiempo sus métodos para continuar con el dictado de clases. Es una modalidad completamente nueva, por eso los roles y herramientas no están definidos de manera única, ya que hubo que trasladar los cursos

presenciales a una nueva forma de dar clase combinando u optando por alguna de las modalidades anteriores: en Línea, Virtual o a Distancia.

### **Marco conceptual. Recomendaciones didácticas en la Educación Remota de Emergencia**

Galindo et al. (2021) realizan una serie de recomendaciones a tener en cuenta frente al cambio de la educación presencial a la educación remota:

- Plantear objetivos de aprendizaje realistas y adaptados a cursos no presenciales, cualquiera sea la metodología de enseñanza que se adopte y que deben ser coherentes con el método de evaluación y estrategias desplegadas en las clases.
- Diseñar actividades de aprendizaje más elaboradas, que pueden ser para profundizar un tema, desarrollar uno nuevo, discutir un problema, entre otras, lo importante es que promuevan un aprendizaje activo.
- Facilitar la participación de los estudiantes con problemas de conectividad, en este sentido es importante la combinación de espacios asincrónicos de intercambio como pueden ser los foros, o bien grabar las clases y subirlas a un canal de YouTube para que pueda acceder a ella.
- Combinar medios por donde se difundan las actividades y materiales de estudio y establecer canales de comunicación diversos: correo electrónico, red social, muro interactivo, entre otros.

Marotias (2020) recomienda aprovechar al máximo las potencialidades de las videoconferencias, éstas permiten escuchar y ver de manera sincrónica a nuestros estudiantes. Asimismo, la autora advierte que las actividades que se desarrollen en ellas sean interactivas, es decir que no resulten iguales a ver un video, escuchar un audio o leer algún escrito, sino que se favorezca la participación de los estudiantes de manera activa. En esta línea también señala que para que ello pueda llevarse a cabo, es necesario contar con una computadora o celular y una buena conexión a Internet y un espacio de trabajo tranquilo, por ello recomienda que esos encuentros sincrónicos no deberían ser obligatorios o al menos tener la capacidad de ser flexibles frente a la inasistencia de los estudiantes, los cuáles deberían también tener claro que ese horario estaba destinado al cursado presencial de la materia, pero quizá la falta de alguno de esos insumos impide su participación en la clase.

### **Nuestro contexto**

La Secretaría Académica de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM) decidió continuar con sus actividades, y en particular con el dictado del curso de ingreso, en la modalidad no presencial, utilizando como soporte tecnológico una plataforma denominada Miel/Ingreso de similares características a la plataforma Materias Interactivas en Línea (MIeL) por donde se dictan las diferentes cátedras. Este entorno virtual de enseñanza aprendizaje desarrollado íntegramente por docentes de la universidad (Rusticcini, Cicco y Morrone, 2021) se complementó con otra herramienta MS-TEAMS para el dictado de las clases sincrónicas a través de videoconferencia. Es decir, nuestra Educación Remota de Emergencia combina algunos aspectos de la Educación Virtual y en Línea de acuerdo al marco conceptual antes descripto. En la plataforma Miel/Ingreso, se organizaron las distintas comisiones de ingresantes, que en el caso de matemática y geometría durante el año 2020 (ingreso 2021) fueron 72 en cada materia, ya que uno de los cambios que se tuvo que realizar frente a la emergencia, fue dictar el curso de ingreso en una única instancia y las tres materias se desarrollaron de manera simultánea desde setiembre a diciembre. En cambio, en 2021 (ingreso 2022), se retomó el dictado del curso en dos instancias, la primera de julio a diciembre, donde las materias se cursan una por vez y la segunda de febrero a marzo. En ambos casos, los exámenes son presenciales, de más corta duración y cumpliendo un estricto protocolo adaptado a la normativa vigente.

En la plataforma los estudiantes se encuentran con las siguientes pestañas: contenidos, tutorías, mensajería y foros (Figura 1). En cada uno de ellos se visualizan los módulos, en el caso de la pestaña contenido se encuentran con el manual de ingreso, bienvenida, un módulo para cada clase donde figuran las denominadas fichas de clase y material complementario. En la pestaña tutorías, se encuentra el listado de los estudiantes de la comisión, las estadísticas de conexión, las planillas para tomar asistencia. La mensajería es un correo de comunicación interno y finalmente los foros de intercambio de actividades y discusión.

En la plataforma TEAMS, cada docente arma su equipo y organiza los encuentros sincrónicos a través de las video llamadas, estas pueden ser grabadas y cuentan con un espacio de archivos, donde pueden compartir los materiales que utilizan en la clase.

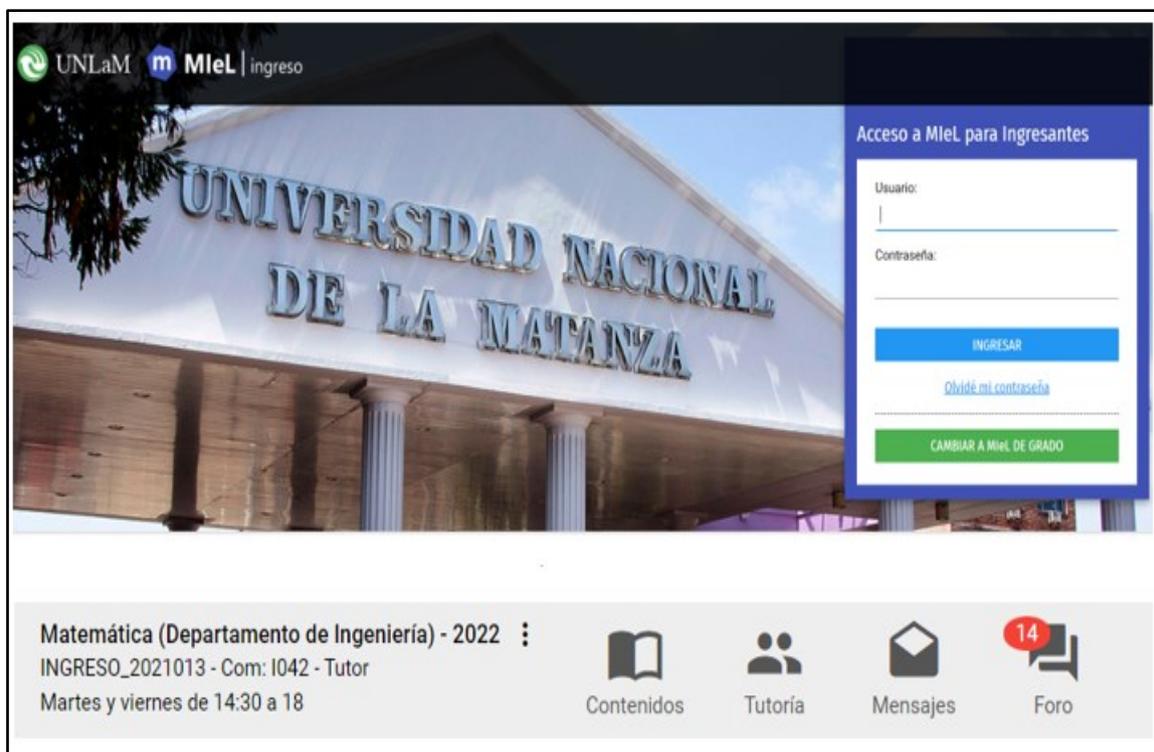


Figura 1. Plataforma Miel/Ingreso y módulos que contiene cada comisión

## Resultados

Hemos realizado una encuesta al finalizar el curso de ingreso 2021 (dictado durante el año 2020) y sobre un total de 3110 aspirantes a ingresar a carreras de ingeniería y arquitectura, respondieron 941 estudiantes. Le pedimos una valoración sobre los materiales y acciones puestas en marcha en esta modalidad de educación remota en las materias matemática y geometría. La escala de valoración fue cualitativa, le pedíamos que respondan si los materiales o las acciones le resultaron imprescindibles, muy necesarios, necesarios, poco necesarios o nada necesarios para abordar sus aprendizajes (Tabla 1). El manual de ingreso resultó ser el material con porcentajes más altos de imprescindible (58,1%), seguido de la acción “grabar las clases por TEAMS” con el 52,4% y en tercer lugar los videos tutoriales con el 48,2%. El uso de Geogebra para explicar en las clases, el 32,4 % respondió muy necesario y solo el 19,7% lo consideró imprescindible. Se observa que los foros de participación por la plataforma Miel fueron poco valorados como imprescindibles ya que el 27,9% respondió favorablemente a esta opción. Los denominados “Trabajos Prácticos de repaso” se resuelven en la última clase de la cursada y allí se sintetizan los temas más importantes a tener en cuenta para los exámenes, el 44,7 % los consideró imprescindibles, mientras que los formularios de autoevaluación solo el 25,4 % los consideran así, suponemos que se debe a que éstos son evaluaciones de opción múltiple y no es la modalidad que se adopta en los exámenes donde deben desarrollar los ejercicios que se proponen. Estos formularios tienen una retroalimentación frente a las respuestas brindadas por los estudiantes, tanto en el caso de optar por la respuesta correcta, como en caso contrario, donde se explica un camino a seguir para poder corregirla.

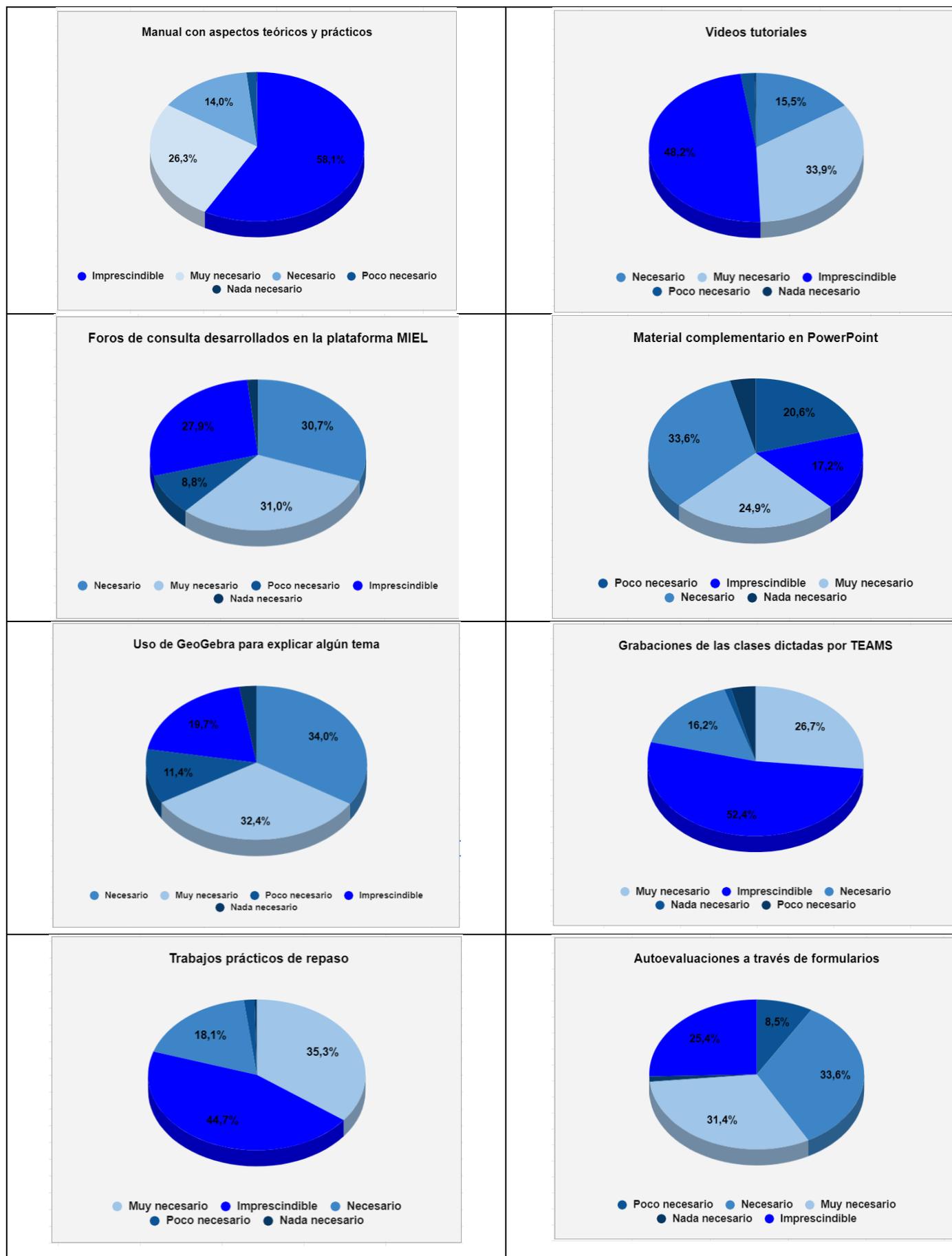


Tabla 1. Algunos de los resultados de la encuesta sobre valoración de materiales y acciones. Fuente propia

## Conclusiones

### **Acerca de los resultados de la encuesta con respecto a los materiales y acciones llevadas a cabo por los docentes**

Observamos que el mayor porcentaje elegido como “material imprescindible” lo tiene un texto, lo que implica lectura, lo cual nos parece paradójico ya que esperábamos que la predilección esté volcada a un material audiovisual y no a un material escrito. En sus argumentaciones, los estudiantes explicaron que al tener que abordar los temas solos, este material resultó sumamente importantes, comentando además la necesidad de incrementar las explicaciones teóricas. Por otra parte, consideraron que al tener todos los temas y además ordenados se les facilitó el proceso de autoaprendizaje, que debían llevar adelante, antes de las video llamadas y poder consultar en ellas, las dudas que se les habían presentaron. Sin embargo, muchos explicitaron su necesidad de contar con más explicaciones en dichos encuentros y no sólo consultar dudas sobre lo hecho por ellos. También valoraron muy positivamente los videos, aunque comentaron que algunos debían ser más cortos y menos formales, marcando la diferencia entre las explicaciones que se evidencian en estos y las que reciben en las clases, donde se suele usar un lenguaje más coloquial y no tan específico.

En relación con el uso del software Geogebra, los alumnos manifestaron no conocerlo y falta de interés por tratarse de una herramienta no permitida para la instancia de evaluación. No obstante, algunos consideraron que las explicaciones del docente con este soporte mejoraron la comprensión de los contenidos abordados. Sin embargo, consideramos que esta herramienta facilita y favorece los procesos de visualización, importantes para comprender mejor los temas (Williner et al. 2020).

En cuanto a los foros de intercambio, la dificultad que se presentó fue con los símbolos matemáticos, sumado al entorno de la plataforma Miel que no permite compartir archivos a los estudiantes, entonces hacer explícita una duda sin poder usar símbolos matemáticos, ni compartir imágenes de los ejercicios, desalentó la participación en los foros. También los estudiantes le temen al error, asumen que no pueden equivocarse, cuando insistentemente se les explica que el error construye conocimiento, que se aprende de las dificultades, sin embargo, no se pudo lograr motivar a mayores niveles de participación en los foros.

Las video llamadas durante el año 2020, solo se realizaron para responder a las dudas que surgieron al trabajar los temas y ejercicios sugeridos en las fichas de cada clase. Sin embargo, uno de los reclamos que manifestaron los estudiantes en las observaciones fue la necesidad que esas video llamadas sean más extensas y que se expliquen más temas en ellas.

### **Acerca de la modalidad remota de emergencia**

A partir de la experiencia y de las percepciones de los estudiantes hemos realizado algunos cambios especialmente en la organización y diseño de los materiales (Galindo et al., 2020) que evaluaremos a futuro. A modo descriptivos señalamos algunas de estas reformulaciones:

- Los nuevos videos se diseñaron con formatos más atractivos, y de menor duración.
- La organización de los videos en las fichas de clase, no solo respeta el orden de los temas a tratar, sino que explicitamos el contenido de cada uno, con un breve título, lo cual no habíamos realizado con anterioridad, ya que sólo aparecía el link y ninguna descripción del contenido del video.
- Las video llamadas se usaron no sólo para consultar dudas sobre ejercicios, sino que aumentamos la duración de las mismas y se explicaron temas teóricos. Esto fue un pedido que surgió fuertemente en los comentarios de los estudiantes. Cada docente tuvo libertad para desarrollar estas clases y en este sentido hubo mucha variedad de propuestas, entre las destacamos, el uso de pizarrones digitales, útiles de geometría virtuales para realizar construcciones, power point con animaciones que promueven mayor atención entre los estudiantes. También algunos simulaban estar en un aula, usando pizarras propias amuradas en paredes y explicando como en un aula.

- Incorporamos algunos materiales lúdicos, como por ejemplo juegos de escape, para que los alumnos puedan repasar de manera integral los temas con una modalidad diferente.
- Incorporamos muchas aplicaciones con Geogebra, diseñadas por los profesores en cada una de las clases, para que puedan manipular por sí y no solo que el software lo utilice el docente para explicar.
- La Secretaría Académica, decidió volver a la modalidad extendida de julio a diciembre y cursando una materia por vez, asignando más horas de cursada a cada una y realizando el examen de cada materia de a uno por vez, y al finalizar la cursada de cada una, a diferencia del 2020, donde se cursaron de manera simultánea las tres asignaturas y en una sola semana se tomaron los tres exámenes.

## Referencias

Alonzo Mayén, D. (2021). "Educación virtual, el disfraz de la enseñanza remota de emergencia". Revista Guatemalteca De Educación Superior, 4(2), 11–22. <https://doi.org/10.46954/revistages.v4i2.58>

Galindo, D., García, L., García, R., González, P., Hernández, P., López, M., Luna, V. y Moreno, C. (2020). Recomendaciones didácticas para adaptarse a la enseñanza remota de emergencia. Revista Digital Universitaria 21(5).DOI: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.5.15>

Ibáñez, F. (2020). "Educación en línea, Virtual, a Distancia y Remota de Emergencia, ¿cuáles son sus características y diferencias?" Observatorio de Innovación Educativa, Tecnológico de Monterrey (México). Disponible en <https://observatorio.tec.mx/edu-news/diferencias-educacion-online-virtual-a-distancia-remota>

Marotias, A. (2020) La educación remota de emergencia y los peligros de imitar lo presencial Revista Hipertextos, 8 (14), pp. 173-177. DOI: <https://doi.org/10.24215/23143924e025>

Rusticcini A., Cicco J.y Morrone L., (2021) "La educación no presencial en el contexto del COVID-19: el caso de la plataforma Materias Interactivas en Línea de la Universidad Nacional de La Matanza, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 28, 340-343. doi: <https://10.24215/18509959.28.e42>

Torbay, G. (2021). Educación Virtual vs Enseñanza Remota de Emergencia semejanzas y diferencias.

Williner, B., Favieri, A. y Scorzo, R. (2020). Clasificación de tareas con software. Propuesta usando la aplicación GeoGebra para dispositivos móviles en carreras de ingeniería. Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 16(59), 293-309.

# Enseñanza de flujo potencial en ingeniería mediante software y experiencia de laboratorio virtual

## Teaching potential flow in engineering using software and virtual lab experience

Presentación: 20/09/2021

### Adriana Favieri

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo  
afavieri@frh.utn.edu.ar

### Diego Igareta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo  
digareta@frh.utn.edu.ar

### Resumen

Reportamos los avances de un proyecto de investigación en el cual el objetivo general es *diseñar actividades prácticas enfocadas en la modelización matemática de flujos potenciales bidimensionales para la cátedra Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica utilizando la caja de Hele Shaw del Laboratorio de Aerodinámica y Fluidos*. Dadas las condiciones restrictivas consecuentes de la pandemia, los docentes de la cátedra junto con los ingenieros del Laboratorio, decidimos crear un recurso didáctico que denominamos Laboratorio Virtual de Flujos Potenciales, utilizando un video en el cual se visualiza en acción la caja de Hele Shaw. Para las actividades prácticas incluimos el uso del software matemático disponible en la plataforma Wolfram Cloud. Para cumplir con la finalidad propuesta definimos objetivos de aprendizaje de las actividades prácticas, seleccionamos y creamos recursos didácticos digitales para la experiencia, organizamos la clase y la experiencia en tres momentos, inicio desarrollo y cierre y, diseñamos un trabajo práctico sobre flujo potencial vinculado con los modelos matemáticos visualizados en el video. La experiencia la realizamos durante los años 2020 y 2021. Las principales conclusiones son que hemos podido cumplir con el objetivo, a pesar del contexto de pandemia, y que la experiencia realizada ofrece a los alumnos evidencia visual de la representatividad de la teoría de flujo potencial. La utilización de los recursos digitales incrementó la motivación de los alumnos, quienes mostraron un interés superior en el desarrollo del trabajo práctico. El uso de software matemático resultó esencial para la aplicación de la teoría y el acceso a representaciones gráficas de los flujos potenciales y sus combinaciones.

**Palabras clave:** Flujo potencial - Caja Hele Shaw - Laboratorio virtual

### Abstract

We report the progress of a research project in which the general objective is to design practical activities focused on the mathematical modeling of two-dimensional potential flows for the Mathematics Applied to Aeronautics chair using Hele Shaw cell from the Aerodynamics and Fluids Laboratory. Due to the pandemic, we decided to create didactic resource, which we call the Virtual Laboratory of Potential Flows, with a video using the Hele Shaw cell in action. In the practical activities we included mathematical software available on the Wolfram Cloud platform. To fulfill the projected purpose, we define practical activities' learning objectives, we select and create digital didactic resources, we organize the class and the experience in three moments, beginning, development and closing, and we design a practical work on potential flow linked to mathematical models visualized in the video. We performed the experience during the years 2020 and 2021. The main conclusions are that we have been able to meet the objective, despite the pandemic context, and that the experience carried out offers students visual evidence of the representativeness of the potential flow theory. The use of digital resources increased the motivation of the students, who show a higher interest in the development of practical work. The use of mathematical software was essential for the application of the theory and access to graphical representations of the potential flows and their combinations.

**Keywords:** Potential Flow - Hele Shaw Box - Virtual lab

## Introducción

Reportamos los avances del proyecto de investigación PID7726, de la Facultad Regional Haedo, Universidad Tecnológica Nacional, denominado Modelando flujos potenciales en Facultad Regional Haedo, del período 2020-2021. El objetivo general es *diseñar actividades prácticas enfocadas en la modelización matemática de flujos potenciales bidimensionales para la cátedra Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica (MAA) utilizando la caja de Hele Shaw del Laboratorio de Aerodinámica y Fluidos (LAF)*. El fin es que los alumnos integren los conocimientos analíticos con una experiencia observable y la modelización matemática de la teoría de flujo potencial (Pedreros Matta, 2016).

Varios estudios previos dan cuenta sobre el interés existente en la modelización matemática en las aulas, tanto el nivel medio como superior, (Aravena y Caamaño, 2007; Quijano-Salamanca, 2016; Camelo Bustos, et al., 2016; Camacho-Sterling, 2016; Rubio, et al., 2016; Montejó-Gámez, et al., 2017; Pulido-Mariño, 2017; López, et al., 2017; Almaraz-López y López-Esteban, 2018) pero ninguno de ellos se refiere en particular al tema de aplicación de las funciones de variable compleja a flujo de fluidos potenciales. De allí nuestro interés en la realización del estudio.

## Desarrollo

En el planteo original del proyecto no estaba contemplada la situación actual en la cual las clases son virtuales debido a la emergencia sanitaria (Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Argentina, 2020; Banco Mundial, 2020). Así nos vimos obligados a repensar el diseño de la actividad a realizar en el LAF, para que pudiera desarrollarse durante las clases virtuales sincrónicas. Creamos un recurso didáctico que denominamos Laboratorio Virtual de Flujos Potenciales (LVFP). En él, reemplazamos la experiencia real por un video en el cual se visualiza en acción la caja de Hele Shaw. Esta actividad es interdisciplinaria ya que trabajamos de manera conjunta con los ingenieros del LAF. Dado la complejidad de los gráficos, para las actividades prácticas decidimos utilizar el software matemático disponible en la plataforma Wolfram Cloud (Wolfram, 2015-2021). Para cumplir con el objetivo del proyecto realizamos las siguientes acciones:

### – Definición de objetivos de aprendizaje de las actividades prácticas.

Para el diseño de las actividades nos propusimos que el alumno logre *manipular funciones de variable compleja para modelar flujos potenciales y lo compare con la experiencia utilizando la caja de Hele Shaw*. Para ello el alumno debía realizar ciertas acciones, que llamamos **desempeños**, que funcionan como labores previas necesarias para el logro de ese objetivo, que son: *definir la función potencial correspondiente a los flujos de la experiencia, verificar la condición necesaria y suficiente de Cauchy Riemann para dicha función, graficar usando el software y comparar lo realizado con lo visto en la experiencia del laboratorio virtual con la caja de Hele Shaw*.

### – Selección y creación de recursos didácticos digitales para la experiencia.

Como las clases las dictamos de manera virtual realizamos una búsqueda de recursos didácticos en formato video en el que se pudiera observar la experiencia real de la caja de Hele Shaw en el LAF. Hallamos un video de un laboratorio francés de aerodinámica que un ex alumno de la cátedra subtítulo en castellano (Figura 1).



Caja de Hele Shaw subtítulo

Figura 1. Video subtítulo sobre experiencia con la caja de Hele Shaw

También diseñamos presentaciones digitales para la explicación de los contenidos teóricos, comandos del software adecuados para el trabajo con flujo potencial y un trabajo práctico a ser resuelto por los alumnos. A continuación, mostramos estos recursos.

*Recurso Didáctico Digital Con Contenidos Teóricos (RDDCT)*

Lo utilizamos para explicar durante la clase virtual sincrónica. En él destacamos las funciones analíticas de variable compleja, los supuestos utilizados para los flujos ideales, las funciones flujos potenciales, el potencial de velocidad, la función de corriente, las líneas equipotenciales, las trayectorias, fuente y sumidero, potenciales complejos de flujo uniforme, flujo con fuente, con sumidero y vórtice (Figura 2).



Figura 2. Recurso Didáctico Digital Contenidos Teóricos

*Recurso Didáctico Digital Comandos Software (RDDCS)*

Este material lo usamos para mostrar los comandos del software de Wolfram Cloud adecuados para el trabajo con flujo potencial, resaltando el que ofrece una gráfica clara del flujo en cuestión (Figura 3).

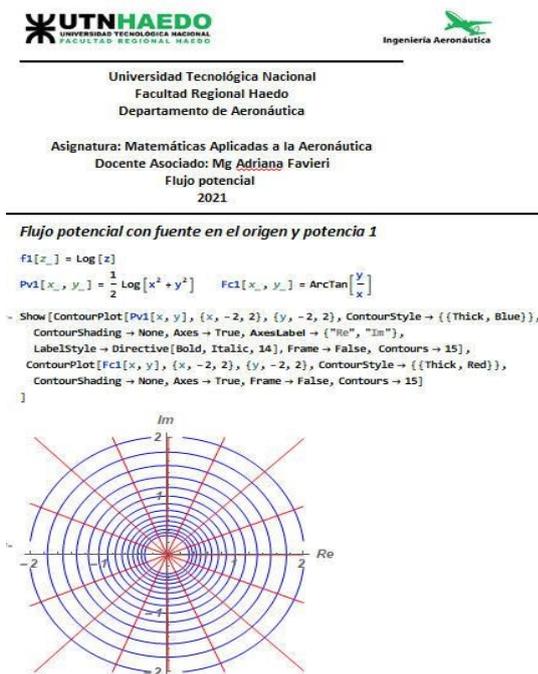


Figura 3. Recurso Didáctico Digital Comandos Software

### Recurso Didáctico Digital Trabajo Práctico (RDDTP)

Diseñamos un trabajo practico a resolver utilizando el software de la plataforma Wolfram Cloud en el cual los alumnos debían relacionar lo visto en el video con lo resuelto por ellos. El foco estaba puesto en los modelos de flujos vistos en el video y en la combinación de flujos potenciales a través de operaciones de funciones de variable compleja analíticas (Figura 4).

UTNHAEDO  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL HAEDO

Ingeniería Aeronáutica

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Haedo  
Departamento de Aeronáutica  
Asignatura: Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica  
Docente: Mg Adriana Favieri  
Trabajo Práctico 3 - Flujo potencial  
Alumno: \_\_\_\_\_  
Curso : \_\_\_\_\_ Turno : \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_

Luego de la simulación vista en el laboratorio virtual (video) de los flujos en la Caja de Hele Shaw, responder lo siguiente:

¿Qué modelos de flujo se ven en el video y que modelos matemáticos tienen asociados?

Graficar las trayectorias del flujo que resulta de la combinación de un flujo uniforme paralelo al eje x, uno con fuente en  $z = 1 + i$  y  $k = 2$  y otro con sumidero en  $z = 4 + i$  y  $k = 2$ .

El gráfico debe cumplir con las especificaciones

- 30 líneas de contorno que se vean en color azul y estén en negrita.
- visualización entre  $-2 \leq x \leq 7$  y  $-2 \leq y \leq 4$
- ejes con nombres adecuados en negrita, cursiva y tamaño 14 y con los puntos distanciados por una unidad.

¿Has visto algún flujo parecido en el video? Explica dónde y si es posible comparar el gráfico hecho en el software con foto de la parte del video en la que se ve ese flujo parecido.

Figura 4. Recurso Didáctico Digital Trabajo Práctico (RDDTP)

#### – Recursos humanos y ubicación espacio temporal.

La experiencia se llevó a cabo durante una clase virtual sincrónica en la plataforma Microsoft Teams, tanto en el año 2020 como en el 2021, en los horarios habituales, a las 15hs curso del turno tarde y 20hs el correspondiente al turno noche. La duración fue de dos horas de presentación de los recursos digitales antes mencionados, a cargo de los docentes de la cátedra MAA. Luego el laboratorio virtual con el recurso digital en video, con los docentes invitados del LAyF. Participaron los alumnos anotados en los cursos de la cátedra.

#### – Organización de la clase y experiencia

Al momento de realizar la experiencia los alumnos habían tenido clases teórico-prácticas, incluyendo uso de software específico de la plataforma Wolfram Cloud sobre: Números complejos, definición, partes constitutivas. Álgebra. Fórmula de Euler. Forma binómica, trigonométrica y exponencial o polar. Fórmula de De Moivre. Definición de función de variable compleja. Principales funciones trascendentes. Definición de derivada en un punto. Definición de función analítica. Condición necesaria y suficiente para la existencia de la derivada. Ecuaciones de Cauchy Riemann.

Decidimos implementar una secuencia didáctica (Díaz Barriga, 2013) con tres momentos principales. En el inicio explicamos la aplicación de funciones analíticas a flujo potencial de fluidos utilizando el RDCT y el uso del software de la plataforma Wolfram Cloud con el RDCS. A continuación, incorporamos y presentamos formalmente a los ingenieros de LAyF e informamos a los alumnos que comenzaremos con el LVFP.

El segundo momento es el desarrollo en el cual uno de los ingenieros presenta y explica a los alumnos la caja de Hele Shaw, describe sus partes y el fin didáctico de ésta, que es la visualización dinámica de flujos potenciales; en particular, las líneas de corriente de los distintos flujos potenciales. Luego comparte el video en el que se observan diferentes flujos potenciales de manera dinámica y efectúa pausas para explicar aportes teóricos y vincularlo con materias específicas de la carrera, como ser Aerodinámica Teórica. Luego de la visualización del video de la caja de Hele Shaw los alumnos exponen, de manera verbal, sus dudas y/o realizan preguntas a los ingenieros del LAyF. Despedimos a los ingenieros invitados y agradecemos su participación y aportes valiosos (Favieri, 2021).

La última parte de la secuencia es el cierre, en el cual explicamos el RDTP que los alumnos deberán resolver a partir de los contenidos teóricos explicados, la visualización del video y las explicaciones de los ingenieros del LAYF. Los alumnos tenían una semana de plazo para la resolución y entrega del trabajo práctico. Durante ese período de tiempo podrían realizar consultas a través de la plataforma de Microsoft Teams. La evaluación de este se realizó a través de una rúbrica en la que se detallan los aspectos teóricos a evaluar, los comandos utilizados en el software y las justificaciones sobre lo realizado (Favieri, 2021).

### – Trabajos prácticos de los alumnos

Tanto en el año 2020 como en el 2021, los alumnos resolvieron un trabajo práctico sobre flujo potencial identificando los modelos matemáticos de lo visualizado en el video. En el primer año debían elegir alguna combinación de flujos vista en el video, asociarlo con el modelo matemático correspondiente y resolverlo con el software de la plataforma Wolfram Cloud. En el segundo año debían identificar el modelo matemático de una combinación dada, resolverlo utilizando el software y compararlo con lo visto en el video. En las dos oportunidades los resultados fueron satisfactorios y han logrado modelar las situaciones dadas. Resulta interesante destacar el empeño y dedicación de las resoluciones mediante el empleo de la teoría para representar lo observado en la experiencia del laboratorio virtual, incluso comparando con fotos del video del momento en el cual se ve la combinación de flujos modelada en el software. Mostramos a continuación resoluciones de alumnos del año 2020 y del 2021 (Figura 5 y 6 respectivamente).

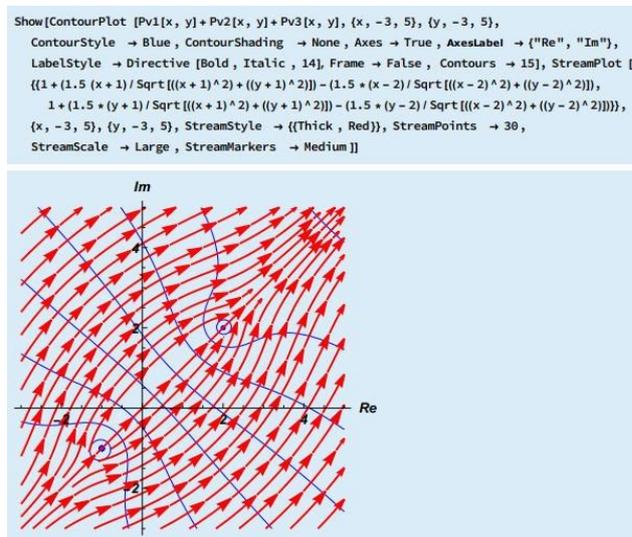
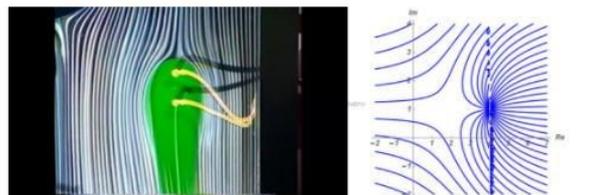


Figura 5. Resoluciones TP año 2020

El flujo con fuente se representa de manera similar al momento en que se inyecta el fluido verde en el video.



El flujo con sumidero se representa de manera similar al momento en que se succiona el fluido en el video.

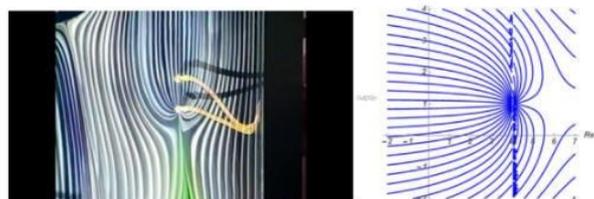


Figura 6. Resoluciones TP año 2021

## Conclusiones

El objetivo general del proyecto fue cumplido pues pudimos diseñar actividades prácticas enfocadas en la modelización matemática de flujos potenciales bidimensionales para la cátedra Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica (MAA) utilizando la caja de Hele Shaw del Laboratorio de Aerodinámica y Fluidos (LAYF), a pesar del contexto de pandemia. Consideramos que la importancia de la experiencia realizada radica en poder ofrecer a los alumnos evidencia visual de la representatividad de la teoría de flujo potencial, sobre todo en una asignatura de segundo año de la carrera de ingeniería aeronáutica. Los recursos didácticos digitales seleccionados y creados resultaron apropiados para el desarrollo de la clase y la experiencia.

La utilización del recurso didáctico LVFP incrementó la motivación de los alumnos, quienes mostraron un interés superior en la ejecución del trabajo práctico. Evidencia de esto son los desarrollos mostrados por los alumnos, pues al resolver los flujos combinados intentaban asociarlos con fotografías tomadas por ellos en el LVFP o capturas del video visualizado. Incluso se ha podido llegar a más, al límite de los contenidos de la cátedra cuando se les pedía observar situaciones que no son representadas por la teoría, lográndose un intercambio de preguntas y respuestas entre docentes y alumnos sobre las diferencias observadas en la experiencia. La mayoría de los estudiantes, sin tener conocimientos específicos de mecánica de los fluidos (asignatura del ciclo superior), han podido conjeturar las causas probables de dichas diferencias.

Desde la cátedra pensamos que el uso de software matemático para la aplicación de la teoría y el acceso a representaciones gráficas de los flujos potenciales y sus combinaciones es esencial para lograr que los alumnos muestren entusiasmo en la representación de un fenómeno observable, lo cual es la condición primaria para realizar simulaciones más complejas. La consideración de las limitaciones de la teoría tiene un valor agregado fundamental para la adquisición de nuevos conocimientos en la materia superior correspondiente.

Por último, creemos que la experiencia de LVFP permitió mejorar el entendimiento del marco teórico del flujo potencial.

## Referencias

- Almaraz-López, C. y López-Esteban, C. (2018). Metodología Context-Based Approach en STEM: modelización de datos meteorológicos. *Matemáticas, Educación Y Sociedad*, 1(1), 1-10.
- Aravena, M. y Caamaño C. (2007). Modelización matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca, Chile. *Estudios Pedagógicos XXXIII*, 2(7).
- Banco Mundial. (7 de mayo de 2020). Pandemia de COVID-19: Impacto en la educación y respuestas en materia de políticas. Obtenido de <https://acortar.link/PHO7b>
- Camacho-Sterling, Y. (2016). La modelación en los libros de texto de Matemática del grado quinto de educación básica primaria: un estudio en Escuela Nueva en Colombia. Tesis para optar el título de Magister en Educación, Énfasis en Didáctica de las Matemáticas. Universidad de la Amazonia. Facultad de Educación.
- Camelo Bustos, F. Perilla Triana, W. & Mancera Otriz, G. (2016). Prácticas de modelación matemática desde una perspectiva socio crítica con estudiantes de grado undécimo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(2), 67-84.
- Díaz Barriga, A. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. México D. F.: UNAM, .
- Favieri, A. (2021). Laboratorio virtual de flujos potenciales durante la emergencia sanitaria del 2020. Manuscrito inédito. Facultad Regional Haedo. Universidad Tecnológica Nacional.
- López, R., Molina, M. y Castro, E. (2017). Modelización en el aula de ingeniería: un estudio de caso en el marco de un experimento de enseñanza. *PNA*, 11(2), 75-96.
- Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Argentina. (2020). COVID-19 - Emergencia Sanitaria. Obtenido de [Argentina.gob.ar: https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/covid-19-emergencia-sanitaria](https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/covid-19-emergencia-sanitaria)
- Montejo-Gámez, J., Fernández-Ahumada, E., Jiménez-Fanjul, N., Adamuz-Povedano, N., y León-Mantero, C. (2017). Modelización como proceso básico en la resolución de problemas contextualizados: un análisis de necesidades. En A. A.-B.-P. Muñoz-Escolano, *Investigación en Educación Matemática XXI*. Zaragoza: SEIEM.
- Pedrerros Matta, A. (2016). Desarrollo de habilidades. Aprender a pensar matemáticamente. Santiago de Chile: Ministerio de Educación de Chile.
- Pulido-Mariño, R. (2017). Situaciones didácticas en la enseñanza de la modelación de problemas geométricos en polinomios algebraicos y desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de octavo grado. Santiago de Cali: Universidad ICESI - Escuela de Ciencias de la Educación.
- Quijano-Salamanca, W. (2016). Modelamiento matemático, un estudio etnográfico en la ciudad de Bogotá. Encuentro Distrital de Educación Matemática EDEM 3. 3, págs. 289-294. Bogotá: Memorias Tercer Encuentro. Universidad y Escuela. Voces en la construcción de la comunidad de educadores matemáticas de la ciudad de Bogotá.
- Rubio, L., Prieto, J. y Órtiz, J. (2016). La matemática en la simulación con GeoGebra. Una experiencia con el movimiento en. *International Journal of Education Research & Innovation*, 2, 90-111.
- Wolfram. (2015-2021). Wolfram Development Platform. Obtenido de <https://develop.wolframcloud.com/app/>

# La impresión 3D para la enseñanza de matemática para bioingenieros: una herramienta para la modelización y práctica experimental

## Using 3D printing for teaching mathematics in bioengineering as a tool for modeling and experimental practice.

Presentación: 15/10/2021

### L. Carolina Carrere.

Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería, Departamento Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina  
[carolina.carrere@uner.edu.ar](mailto:carolina.carrere@uner.edu.ar)

### Iván Lapyckyj.

Departamento Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina  
[ivan.lapyckyj@uner.edu.ar](mailto:ivan.lapyckyj@uner.edu.ar)

### Escher Leandro

Departamento Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina  
[escher.leandro@uner.edu.ar](mailto:escher.leandro@uner.edu.ar)

### Ravera Emiliano

Departamento Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina  
[emiliano.ravera@uner.edu.ar](mailto:emiliano.ravera@uner.edu.ar)

### Resumen

La formación de Bioingenieros implica el desarrollo de competencias, tales como: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Desde la asignatura de Ecuaciones Diferenciales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, surgió una propuesta didáctica que articula la modelización con la práctica experimental para resolver un problema interdisciplinar, incorporando además el uso de software y una tecnología emergente como la impresión 3D. En este artículo se presenta el diseño de la propuesta y su implementación. Los resultados de la propuesta didáctica fueron alentadores, y sugieren mayor motivación y participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Finalmente la propuesta presentó un enfoque innovador para la enseñanza en ingeniería a través de la incorporación de actividades experimentales en el curso de matemática.

**Palabras clave:** competencias, resolución de problemas, modelos, impresión 3D

### Abstract

The professional training of Bioengineers implies the development of competencies, such as: identifying, formulating and solving engineering problems. From the course of Differential Equations of the Faculty of Engineering arose a teaching proposal that articulates modelling and experimental practice for solving an interdisciplinary problem, and includes the use of software and an emergent technology as 3D printing. This paper presents the design of the proposal and its implementation. The results were encouraging and suggest higher motivation and involvement of the student in their learning process. Finally the proposal presented an innovative approach for teaching in engineering by introducing experimental practice in a math course.

**Keywords:** competencies, solving problems, modelling, 3D printing

### Introducción

La Bioingeniería es una rama de la ingeniería en la cual los principios y herramientas de la ingeniería, la ciencia y la tecnología se aplican a la resolución de problemas que se presentan en biología y especialmente en la medicina. La carrera de Bioingeniería se dicta desde el año 1984 en la República Argentina en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER). Esta carrera está estructurada en dos ciclos, el primero, de tres años,

y comprende cursos de matemática, física, química, biología y tecnologías básicas; mientras que el segundo, de dos años y medio de duración, se focaliza en las tecnologías biomédicas y otros aspectos de la formación profesional ([Facultad de Ingeniería - UNER, s. f.](#)).

La asignatura de Ecuaciones Diferenciales, se encuentra en el segundo año de la carrera de Bioingeniería y aborda el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden. Se analizan los conceptos y métodos matemáticos que permiten determinar las soluciones correspondientes. Estas ecuaciones se aplican en el análisis de fenómenos físicos básicos. Hasta el año 2008, la propuesta didáctica de esta asignatura comprendía clases de teoría y de práctica con escasa participación de los estudiantes, y la metodología de evaluación se centraba en implementación de exámenes tradicionales. A partir de una serie de cambios institucionales y en la conformación del equipo docente se plantearon como objetivos de las asignaturas proporcionar los conocimientos necesarios para abordar temáticas específicas de la disciplina y, además, promover en los estudiantes el desarrollo de competencias que les permitan aprender de manera continua y abordar la resolución de problemas con ingenio, creatividad y responsabilidad social ([Carrere et al., 2019](#)). En el abordaje de situaciones problemáticas se intenta que los estudiantes puedan utilizar modelos matemáticos como aproximación de la realidad física, planificar y ejecutar estrategias para encontrar una solución, y utilizar tecnología para el análisis de viabilidad y evaluación ([CONFEDI, 2014](#); [del Valle Coronel & Curotto, 2008](#)). Es así que la modelización adquiere un rol central ya que es el primer paso en este proceso.

Por otro lado, el avance de la tecnología y los recursos digitales han dado lugar a nuevas posibilidades para la enseñanza de matemática para ingenieros. Las nuevas tecnologías permiten resolver problemas complejos y realistas y visualizar soluciones, fenómenos y aspectos teóricos ([Morales-Rovalino et al., 2021](#); [Pepin et al., 2021](#)). Estos desarrollos también han cambiado las condiciones para la enseñanza y el aprendizaje. Así también, existe una tendencia en la enseñanza de la ingeniería centrada en proponer un modelo educativo interdisciplinar basado en la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas llamado STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics; por sus siglas en inglés), que favorezca la motivación de los estudiantes desde los primeros años y los acerque a situaciones vinculadas con su futuro profesional ([STEAM Education Program Description, 2015](#)). En este contexto de enseñanza y de aprendizaje es necesario generar actividades que propongan la resolución de problemas e incorporen aspectos basados en STEAM, valiéndose de la tecnología para la modelización y visualización.

Es así que resulta importante reflexionar sobre cómo usar tecnologías emergentes para ayudar a los estudiantes a construir modelos que faciliten y/o guíen la resolución de problemas. Entre estas herramientas, la impresión 3D es una de las tecnologías más destacadas. Cabe señalar que son muchos los estudios relacionados con la aplicación de la impresión 3D se centran principalmente en el uso de la tecnología de impresión 3D para ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos y visualizar conceptos de ciencias u otras materias ([Lin et al., 2018](#)). Sin embargo, es posible pensar que la impresión 3D podría ayudar a los estudiantes a adquirir conocimientos de procedimiento a través del modelado y aprender a utilizar principios científicos y de diseño para resolver problemas ([Asempapa & Love, 2021](#); [Lin et al., 2018](#)).

En este trabajo se presentan los resultados de una propuesta didáctica que articula la modelización con la práctica experimental para resolver un problema de aplicación a la bioingeniería, incorporando además el uso de software y una tecnología emergente como la impresión 3D.

## Desarrollo

Se realizó el diseño de la propuesta didáctica, para ello en primer lugar se enunciaron los siguientes objetivos:

1. Promover el desarrollo de habilidades para resolver problemas.
2. Fortalecer la práctica experimental interdisciplinaria en la formación del Bioingeniero desde los primeros cursos.
3. Favorecer la articulación vertical entre asignaturas del ciclo básico y del ciclo superior de la carrera.
4. Proporcionar al estudiante una experiencia a través de la cual el estudiante logre:
  - Modelizar un fantoma óseo y construirlo con impresión 3D.
  - Utilizar un software matemático como herramienta para efectuar cálculos numéricos, simbólicos y representaciones gráficas.
  - Interconectar conceptos, promover la aplicación de propiedades y métodos de Ecuaciones Diferenciales en contextos interdisciplinarios.
  - Valorar los beneficios de usar software específico en estas actividades mediante un análisis creativo, crítico, y de reflexión independiente.
  - Desarrollar una cultura del trabajo en grupos, cooperativo y colaborativo.
  - Elaborar y defender un informe técnico.

- Utilizar una adecuada expresión escrita (coherencia en la redacción, ortografía) en la presentación de los resultados.

Para alcanzar los objetivos propuestos, en primer lugar se decidió incorporar la propuesta didáctica a una de las actividades planificadas en la asignatura Ecuaciones Diferenciales. La actividad elegida fue el Trabajo de Laboratorio Computacional, la cual es una actividad extra-áulica que los estudiantes realizan en grupos integrados por tres alumnos y consiste en el abordaje de un problema integrador de respuesta abierta, de aspecto interdisciplinar con un nivel de complejidad y adecuación para ser resuelto mediante software matemático. Para la realización de las impresiones de los modelos, se brindó a cada grupo el acceso a las impresoras 3D que se encontraban instaladas en el Departamento Matemática de la FIUNER.

Luego, se diseñó una secuencia didáctica que abordó los conceptos de la asignatura Ecuaciones Diferenciales y a su vez resultó interdisciplinaria al mostrar una aplicación relacionada con anatomía, biomateriales y resistencia de materiales. De este modo la secuencia didáctica propuesta en la asignatura de Ecuaciones diferenciales favoreció la articulación de contenidos horizontal (con la asignatura Anatomía, perteneciente al ciclo básico del plan de estudios) y vertical (con la asignatura Biomateriales y Biocompatibilidad y Mecánica del Sólido, ambas pertenecientes al ciclo superior del plan de estudios). En el diseño se tuvieron en cuenta los conceptos previos necesarios, la estructura lógica de las asignaturas y la complejidad de los contenidos.

Se decidió entonces proponer una situación problemática que relacionó la modelización de tejido óseo y su materialización con impresión 3D (Figura 1(I)) para realizar ensayos mecánicos. En la misma, se presentaron los materiales necesarios para la construcción y análisis del modelo de tejido óseo (Figura 1(II)). Como actividades, se planteó en primer lugar analizar las propiedades mecánicas y la factibilidad de construir fantasmas que puedan ser empleados en ensayos biomecánicos (Figura 1(II-a)). Así también, se incorporó la realización de una práctica experimental, utilizando un dispositivo construido por la asignatura Biomateriales y Biocompatibilidad, en la cual los estudiantes trabajando en equipo contrastaron los resultados de las ecuaciones diferenciales con los de la experiencia física (Figura 1(III-b) y Figura 1(III-c)). Como producto final de la propuesta, los estudiantes elaboraron un informe escrito con las conclusiones y los resultados encontrados (Figura 1(III-d) y Figura 1(III-e)).

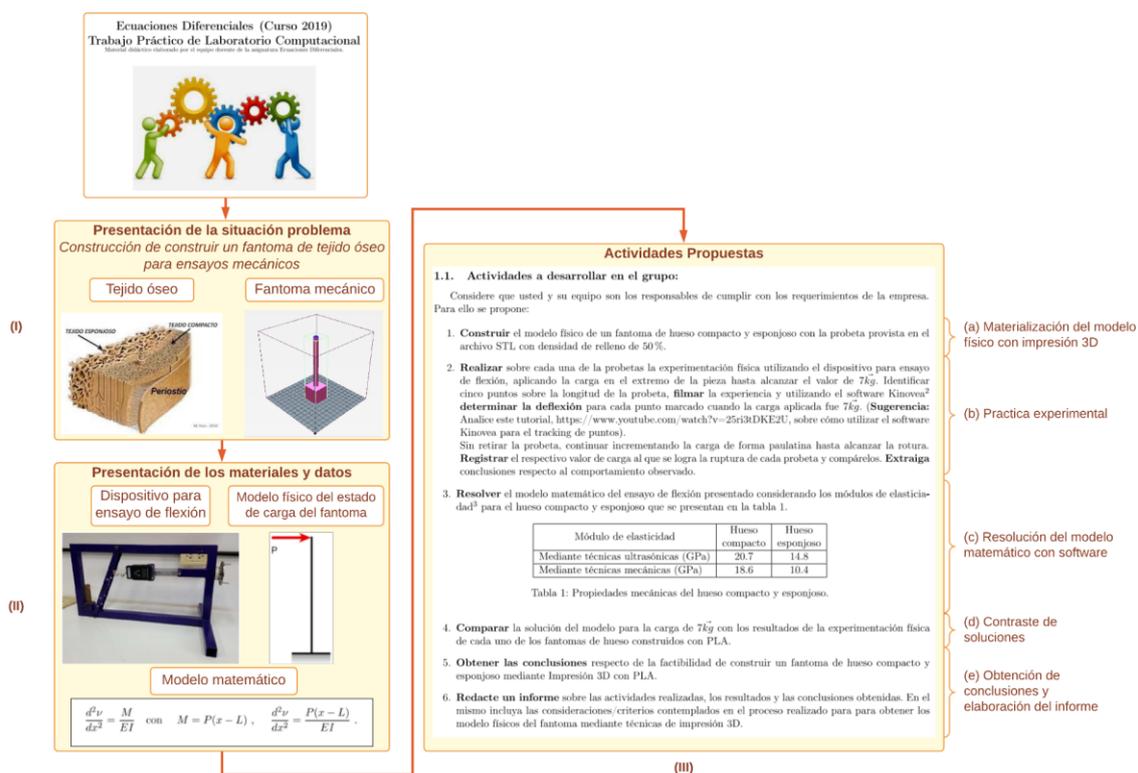


Figura 1. Estructura de la Propuesta didáctica

En la Figura 2 se muestran a modo de ejemplo algunos de los resultados presentados por los estudiantes en el informe escrito para las actividades propuestas. En primer lugar, los estudiantes realizaron el modelo utilizando distintas opciones de relleno de la pieza a imprimir para simular las trabéculas presentes en el tejido óseo (Figura 2(A)). El fantasma que obtuvieron como resultado se ajustaba a las medidas necesarias para poder realizar la práctica experimental con el dispositivo para ensayo de flexión desarrollado con fines didácticos. En relación a la práctica

experimental (Figura 2(B)), los estudiantes llevaron el fantoma hasta la rotura y utilizaron una balanza para medir la fuerza aplicada en el esfuerzo de flexión. La experiencia fue registrada con un video y luego usaron un software mediante el cual captaron la imagen en el momento previo a la rotura del fantoma y midieron el ángulo de deflexión del fantoma. En la actividad relacionada al contraste de soluciones (Figura 2(C)), compararon los resultados obtenidos en la experiencia con el modelo físico, y los determinados a partir del modelo matemático que se calcularon con el software.

Entre las conclusiones que obtuvieron se destacan las siguientes:

- “A pesar de que el material utilizado por la impresora es de fácil accesibilidad y no muy costoso, no llega a cumplir con nuestros objetivos de la realización de un fantoma de hueso humano con sus mismas propiedades.”
- “Nos resultaron de gran utilidad ambos softwares para el estudio pero creemos que no podemos afirmar sobre si el PLA es un buen material para la elaboración de un fantoma ya que arrastra una serie de errores que no nos dejan concluir acerca del mismo.”
- “(...)si bien las impresiones en 3D empleando PLA son una herramienta sumamente útil, económica y ecológica para muchas áreas de la ciencia, no parecen presentar muchas ventajas a la hora de simular estructuras tan detalladas y específicas como lo son los tejidos óseos.”

Las expresiones utilizadas por los estudiantes dan cuenta de un análisis de las soluciones que evidencia la construcción de criterios propios, y la toma de posturas y decisiones razonadas, coherentes y argumentadas. Esto nos sugiere que, además de los objetivos planteados, la propuesta didáctica implementada puso en valor el desarrollo del pensamiento crítico que es una habilidad necesaria para la resolución de problemas.

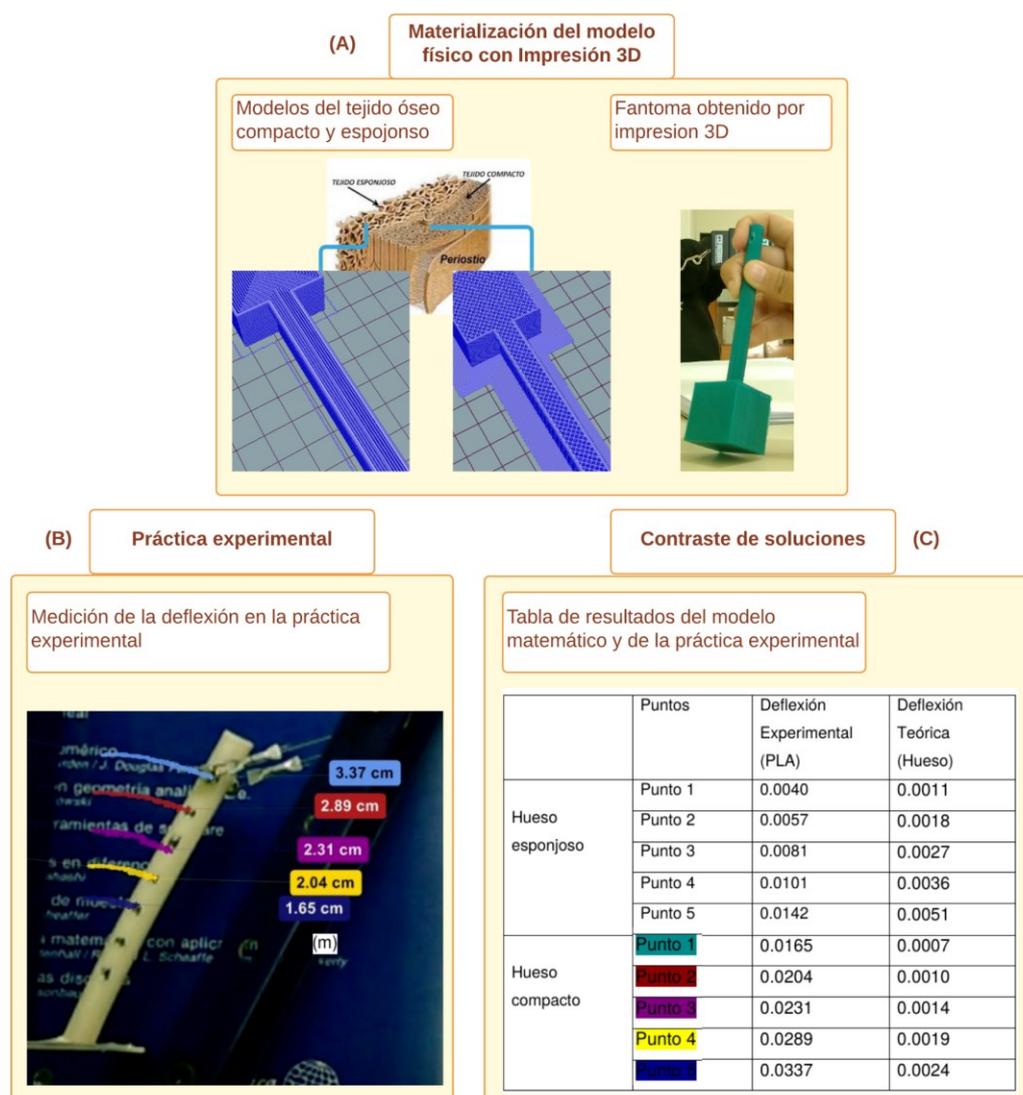


Figura 2. Ejemplo de los resultados de la propuesta didáctica presentados en el informe escrito.

## Conclusiones

Los resultados de la propuesta didáctica fueron alentadores, ya que los estudiantes se mostraron motivados para el aprendizaje de los conceptos del curso. También se favoreció el aprendizaje significativo de conceptos, a través de la incorporación de actividades experimentales en el curso de matemática. Por otro lado los docentes, en el acompañamiento durante la realización observamos la dinámica del trabajo en equipo. Esto nos permitió reflexionar sobre las consideraciones a tener en cuenta en futuras propuestas didácticas para favorecer el desarrollo de la competencia de desempeñarse con efectividad en equipos de trabajo. Finalmente, los docentes logramos que los estudiantes se acerquen y apropien de espacios de la facultad como el Departamento Matemática para el desarrollo de estas actividades.

## Referencias

- Asempapa, R. S., & Love, T. S. (2021). Teaching math modeling through 3D-printing: Examining the influence of an integrative professional development. *School Science and Mathematics*, 121(2), 85-95. <https://doi.org/10.1111/ssm.12448>
- Carrere, L. C., Perassi, Marisol, Wagnadt, Diana, Miyara, Alberto, Escher, Leandro, Lapyckyj, Iván, Pita, Gustavo de Dios, & Ravera, Emiliano Pablo. (2019). La investigación-acción como motor de cambios pedagógicos para promover el desarrollo de competencias en la formación del bioingeniero. En *El Enfoque por Competencias en las Ciencias Básicas: Casos y ejemplos en educación en ingeniería*. Centro de Investigación e Innovación Educativa. <http://hdl.handle.net/11336/110321>
- CONFEDI. (2014). Competencias en Ingeniería. Universidad Fasta.
- del Valle Coronel, M., & Curotto, M. M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 1-15.
- Facultad de Ingeniería—UNER. (s. f.). Recuperado 15 de octubre de 2021, de <http://ingenieria.uner.edu.ar/>
- Lin, K.-Y., Hsiao, H.-S., Chang, Y.-S., Chien, Y.-H., & Wu, Y.-T. (2018). The Effectiveness of Using 3D Printing Technology in STEM Project-Based Learning Activities. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/97189>
- Morales-Rovalino, V. F., Córdova-Borja, F. G., & Segovia-Chávez, J. P. (2021). Modelado y TICs en la Enseñanza de Ciencias y Matemática. 7, 11.
- Pepin, B., Biehler, R., & Gueudet, G. (2021). Mathematics in Engineering Education: A Review of the Recent Literature with a View towards Innovative Practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7(2), 163-188. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00139-8>
- STEAM Education Program Description. (2015). [www.steamedu.com](http://www.steamedu.com)



Área temática:

Género, ciencia y tecnología



# Las concepciones de los/as estudiantes de ingeniería acerca del trabajo de varones y mujeres en ciencia y tecnología en las Facultades Regionales Buenos Aires y La Plata (UTN)

## Engineering students' conceptions of men's and women's work in science and technology in the Buenos Aires and La Plata Regional Faculties (UTN)

Presentación: 13/09/2021

### Milena Ramallo

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

### Élida C. Repetto

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

### Resumen

Hace tiempo que el campo de estudios ciencia, tecnología y sociedad (CTS) cuestiona visiones unidimensionales y lineales de la ciencia y la tecnología. Estos cuestionamientos evidencian que las dinámicas de las relaciones CTS están vinculadas a procesos y problemáticas sociales. El valor que la sociedad le otorga a las producciones científico tecnológicas -en función de sus usos y necesidades- pone de manifiesto sus creencias, conocimientos, prejuicios, modas, costumbres, valores, etc. En este artículo describimos las concepciones de los/as estudiantes de ingeniería en relación con el trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología en dos facultades regionales: Buenos Aires y La Plata (UTN, Argentina). Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de una encuesta permiten comprender las actitudes que impulsan a los sujetos a actuar de un modo favorable o desfavorable frente al trabajo que realizan los/as científicos/as y tecnólogos/as.

**Palabras clave:** concepciones - género - ciencia – tecnología - estudiantes

### Abstract

The field of science, technology and society (STS) has long been questioning one-dimensional and linear views of science and technology. These questions show that the dynamics of STS relations are linked to social processes and issues. The value that society attaches to scientific-technological productions - according to its uses and needs - reveals its beliefs, knowledge, prejudices, fashions, customs, values, etc. In this article we describe the conceptions of engineering students in relation to the work of men and women in science and technology in two regional faculties: Buenos Aires and La Plata (UTN, Argentina). The results obtained from the application of a survey allow us to understand the attitudes that drive the subjects to act in a favourable or unfavourable way towards the work carried out by scientists and technologists.

**Keywords:** conceptions - gender - science - technology - students

### Introducción

El objetivo de este trabajo está enmarcado en una investigación acerca de las concepciones de tecnología de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información de las Facultades Regionales Buenos Aires y La Plata, de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina. En esta comunicación nos proponemos presentar el análisis cuantitativo y cualitativo de las concepciones que tienen los/as estudiantes acerca del trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología. Para ello, se implementó una encuesta durante el año 2020 a través de un formulario virtual y se obtuvieron los resultados que se muestran parcialmente en el presente artículo.

Comenzaremos primero por revisar los supuestos teóricos que forman parte de nuestro marco referencial sobre las concepciones de ciencia y tecnología en el campo de las ciencias sociales. A continuación, describiremos los

aspectos metodológicos referentes al diseño de la encuesta y al procesamiento cuanti-cualitativo de los datos. Seguidamente, presentaremos el análisis de los resultados obtenidos, en particular referidos a la relación entre las concepciones de los/as estudiantes respecto a ciencia, tecnología y género. Finalmente, esbozaremos algunas reflexiones que aún son provisorias ya que forman parte de un trabajo más amplio en curso.

La discusión de las concepciones de ciencia y tecnología en el campo de las ciencias sociales desde una perspectiva de género

A partir del marco teórico del estudio, se han seleccionado una serie de conceptos desde donde podemos significar la temática en cuestión. Las líneas teóricas de referencia elegidas pertenecen al campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, como así también de la filosofía de la ciencia y la tecnología; la cultura científica, y las problemáticas sociales y políticas que atraviesan al cambio tecnológico.

De especialistas e investigadores de reconocimiento nacional e internacional como M. A. Quintanilla, J. Echeverría, L. Winner y H. Thomas, se consideraron las siguientes categorías conceptuales: Tecnociencia y valores; Tecnología y participación ciudadana; Tecnología y mercado, y Sistemas tecnológicos sociales.

Desde estas perspectivas, se ve como los cambios y el conocimiento tecnológico dependen de los contextos en los cuales se desarrollan, de la interacción concreta de grupos sociales a lo largo del tiempo, en los que se ponen de relieve los conflictos y las relaciones de poder de carácter político.

Las mujeres y los hombres que integran los ámbitos de estudio CTS se desenvuelven en interacción con diversos grupos sociales. Producen saberes científicos y técnicos en un contexto social a su vez definido por múltiples dimensiones de índole sociológica, cultural, filosófica, histórica, económica, etc. Sus producciones tecnológicas están atravesadas por un orden social determinado. Esto ocurre con cualquier sistema tecnológico como por ejemplo una fábrica, en donde el empresario deberá pensarla teniendo en cuenta ese orden social necesario para su funcionamiento. Éste podrá ser verticalista/autoritario, horizontal/democrático (Winner, 1983). Siguiendo este planteo podríamos aventurar que el género no es ajeno a la organización de esos sistemas tecnológicos. El cuestionamiento de un tipo de orden social que no contemple la igualdad de género en los ámbitos de producción científica y tecnológica, nos lleva a la pregunta: ¿es el mejor sistema de trabajo para esos ámbitos? Es bien conocido que el mundo de la ciencia y la tecnología ha sido un espacio dominado casi exclusivamente, durante mucho tiempo, por el hombre. Es posible entonces que se continúe reproduciendo un sesgo sexista que entraría en tensión con la participación cada vez mayor de las mujeres en esos espacios. Si bien la cuestión de género es un debate abierto y presente en toda creación tecnológica, no alcanzaría a plasmarse en la organización de dichos sistemas.

En Argentina, la denominada corriente en los años sesenta, ciencia, tecnología y género, comenzó por cuestionar estos modelos. El debate giró en torno a la preocupación de la poca cantidad de mujeres que hacen ciencia y tecnología. En las últimas décadas, la configuración de espacios laborales en ciencia y tecnología –en nuestro país, pero también a nivel mundial- se han visto resignificados por la presencia cada vez más visible de la mujer en esos ámbitos, sumada a las protestas feministas que acompañaron los cambios en el sistema de valores o los cuestionamientos de un orden social dado. “¿Cómo mantener determinadas prácticas y valores culturales de carácter sexista o racista, por ejemplo, a la luz de la información científica antropológica disponible actualmente? Y también: ¿cómo evitar comportamientos agresivos xenófobos en un clima cultural que exalta la violencia y transmite creencias racistas?” (Quintanilla, 2017: 220)

Los productos tecnológicos desarrollados por hombres y mujeres están sostenidos por la vigencia de determinados valores sociales (Echeverría, 2003). Estos sistemas de valores se encuentran en permanente tensión y condicionan o facilitan el desarrollo de nuevas ideas y concepciones, basadas en la igualdad, la cooperación, la protección ambiental, etc. Las concepciones religiosas, culturales, sociales, así como también las de género (una construcción cultural e histórica) aportan una diversidad de miradas al paradigma tecnocientífico actual. Considerando el concepto de tecnociencia de Echeverría (2003) y teniendo en cuenta que el mismo debe nutrirse de diferentes perspectivas, es necesario que las científicas sean escuchadas, mostrando las condiciones en las que trabajan, para poder reformular

espacios y actitudes, para que el género no sea un factor condicionante a la hora en el desarrollo humano y profesional. La multiplicidad de miradas aportaría a la ciencia y la tecnología la ampliación del sistema de valores que la tecnociencia del siglo XXI requiere.

Asimismo, por un lado, ciertos valores de una cultura en determinadas situaciones, condicionan las actitudes de un grupo social y por otro, la cultura de un grupo social supone un conglomerado complejo de creencias, hábitos y valores íntimamente entrelazados y no el resultado de una mera yuxtaposición (Quintanilla, 2017). La interacción entre tecnología y cultura se fue haciendo cada vez más presente. Este autor señala que lo específico de la tecnología actual hace referencia a la cultura en la que está inserta y a la intensidad con la que impacta en la misma. Por otra parte, la innovación, al generar nuevas posibilidades y realidades, altera los sistemas de preferencias y lleva a cambiar los sistemas de valores. Esta forma en que la tecnología afecta a la cultura no es

ocasional sino continua, sistemática y general.

En particular, los Programas de I+D, mediante los cuales se canaliza la mayor parte de la investigación en ciencia y tecnología, combinan decisiones políticas, las actividades propias de la investigación y el diseño, y los procesos de evaluación interna y externa. La importancia de la evaluación externa de la tecnología (idoneidad y evaluación de consecuencias: riesgos, impacto ambiental y social) está justificada porque sabemos cómo la tecnología nos afecta, porque el cambio es rápido y hay que prever su impacto hacia el futuro y si depende de nuestras decisiones, el desarrollo puede tener múltiples orientaciones en función de distintos intereses (Quintanilla, 2017).

Desde esta consideración, la lógica misma del desarrollo tecnológico impulsa a ampliar las perspectivas que eventualmente cuestionan valores y actitudes sociales, como la cuestión de género. En esta misma línea, Thomas y Buch (2008: 10) sostienen que las tecnologías cumplen un papel crucial en la transformación social: “la dimensión tecnológica atraviesa la existencia humana. Desde la producción hasta la cultura, desde la finanza hasta la política, desde el arte hasta el sexo”. En este sentido, los cuestionarios que miden las actitudes de la población pueden ser un buen instrumento para el análisis de este componente de la cultura, tal como se implementó en nuestro proyecto.

Es necesaria una profunda revisión de los sistemas de valores hoy en día. La preocupación medioambiental, la promoción de espacios de libertad y justicia, la igualdad de derechos, la distribución igualitaria de servicios y bienes, la consolidación de la democracia, etc. (Thomas, 2015) junto con la igualdad de género constituyen preocupaciones impostergables en la sociedad actual. Las posibles soluciones requieren un abordaje sistémico de estos problemas, que ayuden a superar las miradas deterministas, lineales, asistencialistas o paternalistas. Esto es especialmente visible en las tecnologías inclusivas cuyos productos y procesos no se ajustan a los intereses y necesidades de un solo sector social. Teniendo en cuenta la perspectiva de H. Thomas, es posible pensar que los sistemas tecnológicos sociales podrían ser los más adecuados para responder también a los problemas de igualdad de género en las actividades de científicos/as e ingenieros/as. Esto se debe a que son heterogéneos porque involucran actores y artefactos de diversas comunidades y sistemas y, por ende, también inclusivos. En este sentido, estos sistemas ayudarían al empoderamiento de las mujeres y la igualdad de derechos.

## Metodología

Como hemos mencionado anteriormente el objetivo metodológico que se expone en el presente artículo forma parte de un estudio más amplio en el que se exploran las concepciones sobre la tecnología de los/as estudiantes de ingeniería. En este apartado metodológico se consideran las abreviaciones FRBA y FRLP para hacer referencia a Facultad Regional Buenos Aires y Facultad Regional La Plata respectivamente.

El tratamiento de las concepciones supuso un abordaje teórico-metodológico múltiple dada la naturaleza del tema. En función de dicho abordaje, se empleó un cuestionario diseñado sobre la base del COCTS - Cuestionarios de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (Acevedo Díaz, Vázquez Alonso, Manassero Mas, Acevedo Romero, 2003, 2005; Manassero Mas, Vázquez Alonso, 2001; Vázquez Alonso, Acevedo Díaz, Manassero Mas, Acevedo Romero, 2006).

Las concepciones, en tanto constructos teórico-epistemológicos, ponen en evidencia cómo se relacionan con sus usos, la comprensión que hacen del mundo y la incidencia en sus propias prácticas. En tal sentido, las concepciones se definen como marcos organizativos de la estructura mental del sujeto en la determinación de sus decisiones y acciones (Thompson, 1992, Contreras, 1998, Ponte, 1999), o asimismo como conceptos, creencias, actitudes, imágenes mentales, significados, reglas y preferencias, conscientes o inconscientes, con acercamientos a la noción de representación social y anclaje social. En resumen, son el de producto de metasistemas de relaciones sociales (Molpeceres, Chulvi, Bernad, 2004). De este modo, es muy recurrente en el estudio de las concepciones las líneas de investigación que se enfocan en su aspecto conductual que sostienen que la identificación de las actitudes podría anticipar comportamientos. En la definición de actitud brindada por Páramo & Gómez (1997) se destacan tres elementos: el cognoscitivo, el afectivo y el conductual (desarrollados anteriormente por Fishbein y Ajzen, 1975, Eagly y Chaiken, 1993) e identifica a la actitud como “predisposición aprendida” para proceder favorable o desfavorablemente (o valorar positiva o negativamente)

con respecto a un determinado objeto, por medio de respuestas explícitas o implícitas. De igual manera otros referentes en el tema distinguen además la “valoración afectiva” de un objeto también como elemento sustancial de la noción de actitud (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2006).

La muestra y los nuevos procedimientos metodológicos

La cantidad total de participantes en el estudio fue de 429. En la FRBA, la muestra comprendió 333 estudiantes (264 varones y 69 mujeres), y en FRLP fue de 96 (71 varones y 25 mujeres). Los/as encuestados/as se encontraban cursando el primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de las dos regionales, en tres turnos diferentes. El trabajo de campo se llevó a cabo en modalidad virtual, durante los meses de septiembre y noviembre de 2020.

Los ítems aplicados en este estudio –como se mencionó anteriormente- se construyeron sobre la base del COCTS, con adaptaciones metodológicas para el formato de elección múltiple. Esta metodología nos permitió el abordaje cuantitativo y además avanzar en el análisis cualitativo de los datos. El procedimiento de respuesta múltiple administrado se ajustó a ítems 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. La pregunta seleccionada se relaciona con el trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología (como aparece en la Tabla 1). Ésta integra una de las tres dimensiones del cuestionario denominada “Influencia de la Ciencia y la Tecnología en la Sociedad”, que trata sobre la importancia de la tecnología en la sociedad, la relación entre tecnología y democracia, y las capacidades/recursos que movilizan los tecnólogos en sus proyectos, entre otros temas. Las otras dos dimensiones son: “Ciencia y Tecnología” e “Influencia de la Sociedad en la Ciencia y la Tecnología”. El conjunto de las tres dimensiones incluye 51 ítems.

Tabla 1. Pregunta e ítems del cuestionario administrado según categorías: Adecuada/ Plausible/Ingenua

Respecto del trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología, pensás que:						
GRADO DE ACUERDO						
	ALTO		MEDIO	BAJO		Cate goría
Todos los buenos investigadores/as realizan el trabajo de la misma manera	5	4	3	2	1	P
Cualquier diferencia en el trabajo se debe a cuestiones individuales que no tienen nada que ver con ser hombre o mujer	5	4	3	2	1	A
Las mujeres trabajan diferente porque tienen diferentes valores, opiniones y características	5	4	3	2	1	I
Los hombres trabajan mejor porque se concentran más que las mujeres	5	4	3	2	1	I
Las mujeres trabajan algo mejor porque deben competir en un campo dominado por los hombres	5	4	3	2	1	P

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los COCTS, adaptación del cuestionario según los objetivos de la investigación, 2020. En este tipo de instrumento, cada respuesta posee un puntaje en base al mayor o menor acuerdo y se crea un índice actitudinal que funciona de la siguiente manera: puntaje más alto 5, puntaje más bajo 1. Si el puntaje dado es cercano a 5, se asume que la persona considera Adecuada la afirmación o frase. Si el puntaje es cercano a 1, se considera que la persona cree que la frase es Ingenua. Si el puntaje es cercano a 3 se considera como Plausible la respuesta, es decir que se acuerda en parte, pero no es su totalidad.

#### Resultados y análisis

En este apartado presentamos los primeros resultados y el análisis preliminar de los datos. Para simplificar la cantidad de porcentajes obtenidos en las categorías, se han considerado los valores agrupando por un lado “muy de acuerdo” y “de acuerdo”, y por otro “muy en desacuerdo” y “en desacuerdo”.

Recordemos que el estudio se sitúa en las Facultades Regionales Buenos Aires (FRBA) y La Plata (FRLP) y que la pregunta de referencia es: “Respecto del trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología, pensás que”.

En relación a la primera frase “Todos los buenos investigadores/as realizan el trabajo de la misma manera” considerada plausible, el 59% de los/as estudiantes de la muestra de la FRLP manifiestan estar de acuerdo con la

frase, mientras que el 46 % lo hizo en FRBA. En líneas generales, estos resultados evidencian una parcialidad sobre el tema porque el 50% de los/as estudiantes se acercaron a una respuesta plausible. ¿Qué quieren decir estos datos? Al respecto podríamos brindar algunas hipótesis: por un lado, es posible que aún no está suficientemente incorporada la concepción de la igualdad de género en el campo profesional; y por el otro, como el género es una configuración social e histórica, esas ideas y visiones aún están en construcción. Claro está, que el mundo tecnocientífico no está exento de las miradas que las distintas sociedades construyen sobre la problemática del género. ¿Es posible pensar que una mirada de género en la ciencia es algo muy virtuoso para los nuevos paradigmas tecnocientíficos? Especialmente si se buscan contemplar nuevos sistemas de valores, basados en la igualdad, la cooperación, la protección ambiental teniendo en cuenta las diversidades religiosas, culturales, sociales y de género. Estas cuestiones nos llevan a pensar que los sentimientos, preocupaciones y sensaciones que poseen los/as estudiantes de ingeniería respecto del trabajo de hombres y mujeres en ciencia y tecnología estarían mostrando la existencia de resabios sexistas aún presentes en los ambientes de trabajo. Estas concepciones de los/as estudiantes podrían en un futuro condicionar sus prácticas, siendo algunas facilitadoras y otras un freno para comprender los cambios generados por la perspectiva de género.

La segunda afirmación: “Cualquier diferencia en el trabajo se debe a cuestiones individuales que no tienen nada que ver con ser hombre o mujer”, se consideró adecuada. El 95% en FRLP y el 81% en FRBA de los/as estudiantes afirmaron estar de acuerdo con la idea de que en el del trabajo científico y tecnológico las diferencias se deben a cuestiones individuales, que no están relacionadas únicamente con el género. Por lo tanto, el género debería ser indistinto a la hora pensar, proponer, cuestionar, trabajar sobre ciencia y tecnología y al mismo tiempo conseguir logros y desarrollarse. Estos altos porcentajes acordarían con la noción de los ámbitos tecnocientíficos formados por grupos de profesionales favorables a la diversidad. Entonces, si el sistema tecnocientífico debe nutrirse de dicha diversidad, será ineludible que las diferentes condiciones en las que trabajan hombres y mujeres se reformulen, repensando ideas y miradas, para que el género no sea un condicionante a la hora del desarrollo profesional. Esta resignificación del sistema de valores contribuiría a renovar los ambientes de trabajo más acorde a las exigencias de la tecnociencia actual en particular y a la cultura en general. Ya mencionamos anteriormente que la relación entre tecnología y cultura es ineludible. Más aún, algunos consideran a la tecnología como materialización de la cultura y otros miden el impacto en la cultura a través de las producciones tecnológicas.

Las siguientes frases, tercera y cuarta se analizaron en conjunto, ya que ambas son ingenuas y están relacionadas. Tercera frase: “Las mujeres trabajan diferente porque tienen diferentes valores, opiniones y características” Cuarta frase: “Los hombres trabajan mejor porque se concentran más que las mujeres”.

Respecto a si las mujeres trabajan diferente, el 75% expresó estar en desacuerdo en FRLP y el 60% en FRBA. Si bien estos porcentajes señalan un desacuerdo, la frase no indica una valoración (positiva o negativa) respecto de las diferencias en el desempeño profesional. A estos valores hay que agregar como significativo a ser analizado las siguientes diferencias en los porcentajes: 27% en FRBA manifestó no está de acuerdo ni en desacuerdo, en cambio el 11% en FRLP. Según estos datos, la creencia que las mujeres trabajan diferente es algo más ingenua en un grupo respecto del otro. Además, si consideramos los porcentajes de desacuerdo en la respuesta discriminando varones y mujeres no encontramos diferencias significativas en ambas facultades, mostrando ideas y concepciones similares en el tema indicado en la frase.

Respecto a si los hombres trabajan mejor porque se concentran más, el 89% expresó estar en desacuerdo en FRLP y el 85% en FRBA. Frente a la afirmación se produce una polarización muy significativa donde se afirma que los hombres trabajan mejor por una característica de su género. Los porcentajes de desacuerdo superan el 80% en ambos casos. Si analizamos estos números conectando ambas frases -que son ingenuas- se puede observar que los/as estudiantes reconocen la existencia de ciertas diferencias de género en el desempeño profesional. Sin embargo, no acuerdan categóricamente con la idea que este desempeño sea mejor o peor por características de género. En un campo tecnocientífico caracterizado por la diversidad de actores, saberes y prácticas, ¿es posible que en él se reproduzcan esas diferencias con un sesgo patriarcal y que sigan vigentes ciertos valores y prácticas de carácter sexista? Nos preguntamos ¿Es posible evitar estos comportamientos en una cultura en donde todavía se acentúa la desigualdad de género? La respuesta de los/as estudiantes nos estaría indiciando un cambio de concepción que en el futuro podría plasmarse en nuevos paradigmas.

La última afirmación “Las mujeres trabajan algo mejor porque deben competir en un campo dominado por los hombres” es plausible. En FRLP el 67% expresó estar en desacuerdo y el 55% lo hizo en FRBA. Estos valores ponen de relieve que un poco más de la mitad de los encuestados considera que si las mujeres trabajan mejor no lo es por la competencia con los varones en un campo aún dominado por ellos. Es importante destacar que esta frase encierra dos ideas: una, que el campo científico-tecnológico está dominado por los hombres y otra, que las mujeres en esos ámbitos deben trabajar mucho mejor para poder sobresalir.

Sin embargo, es preciso notar que en las respuestas de los estudiantes hay un porcentaje considerable (en la FRBA, el 26% y en FRLP, el 21%) que no está ni de acuerdo ni en desacuerdo. Estos números podrían relativizar la idea de la competencia entre géneros en el ámbito científico tecnológico, posiblemente relacionado con una concepción “no política” de la ciencia y la tecnología, como si éstas estuvieran separadas de las problemáticas sociales.

Finalmente, un dato interesante a destacar es la diferencia en los porcentajes entre ambas regionales, los cuales deberían analizarse teniendo en cuenta la diversidad poblacional de la ciudad de Buenos Aires y de La Plata. Estas cuestiones son importantes a la hora de realizar análisis más exhaustivos de las características particulares del alumnado en cada regional.

## Conclusiones

Si bien la presente es una investigación que aún no ha concluido, podemos presentar algunas reflexiones surgidas a partir del análisis preliminar de la información recogida. En primer lugar, se debe considerar que la muestra está integrada por estudiantes que recién ingresan a la carrera de Ingeniería y que por lo tanto carecen de experiencia laboral directa en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Sus concepciones entonces, están más relacionadas con la idea de lo que esperan o creen que ocurre en ese campo profesional y no de sus vivencias directas en dicho campo. En segundo lugar, hemos reconocido, además, que la aplicación de cuestionarios que miden las actitudes de los sujetos debe tener en cuenta las características particulares de cada nación, país o región, dado que sus resultados pueden presentar diferencias significativas.

El objetivo de esta comunicación nos llevó a determinar a través de la revisión crítica de los antecedentes, que la exploración de las concepciones de los sujetos se complejiza aún más por la inclusión del debate sobre el género. Hoy en día esta problemática atraviesa todos los ámbitos sociales. La temática se ha ampliado y es una parte relevante en los espacios políticos, familiares, académicos, laborales, etc.

Los estudios CTS se han nutrido de la perspectiva de género a través de trabajos realizados desde el feminismo preocupados por la menor presencia de mujeres en la tecnociencia debido a barreras socio-institucionales. Además, la contribución desde el punto de vista epistemológico fue muy importante. Es sabido que la neutralidad, racionalidad y objetividad son valores asociados al conocimiento científico. Al mismo tiempo, existe la creencia de que esos valores se relacionan estrechamente con la masculinidad, mientras que la emocionalidad y subjetividad, con el modo de pensar femenino. Esto pone de manifiesto cómo una concepción referida a las características vinculadas al género se reproduce en el campo científico, perpetuando la desigualdad.

En nuestro estudio a partir del análisis de las encuestas destacamos a modo de conclusión que la igualdad de género es reconocida por los/as encuestados/as como un valor, pero no es posible afirmar que sea comprendida e internalizada lo suficiente. Esto podría desprenderse de los resultados que muestran que los/as estudiantes al mismo tiempo que rechazan las diferencias valorativas en el trabajo de acuerdo al género, no estarían reconociendo claramente la competencia que pueden tener las mujeres en el campo tecnocientífico todavía dominado por los hombres, lo que podría seguir manteniendo la desigualdad en el acceso de las mujeres a ciertos espacios de poder. En este sentido, si no se producen cambios, el mundo tecnocientífico puede seguir reproduciendo modelos y capacidades de acción hoy claramente cuestionados, así como la perpetuación de sus relaciones de poder y las jerarquías laborales. La reconfiguración de las relaciones entre el poder y la tecnociencia junto con la participación cada vez más presente de las mujeres en esos ámbitos profesionales puede proponer otras miradas en los procesos de innovación, generando nuevas preguntas y respuestas.

Si esto no sucede ¿podría suponer la naturalización de las diferencias históricas de las mujeres tanto en el acceso como en el crecimiento dentro de los espacios tecnológicos? ¿Qué sucederá con las nuevas generaciones y su percepción acerca de la igualdad de género como un valor social para el mundo de la tecnociencia? No es posible negar que la inclusión del tema en el debate público comenzó a generar cambios en el orden social de los sistemas que históricamente estuvieron pensados desde el modelo patriarcal. Y el sistema tecnológico no queda al margen. La igualdad y el género son valores sociales que atraviesan todos los subsistemas que coexisten en la sociedad contemporánea. Considerados como valores “transistémicos” (Echeverría, 2003) aparecen en el debate actual con múltiples significados. Sin embargo, en la actividad científico-tecnológica -tal como sucede con la configuración de los valores ecológicos- la discusión de su incidencia aún es escasa.

Finalmente, como destacamos en el apartado metodológico, esta comunicación forma parte de un trabajo más amplio en donde se exploran otras categorías que atraviesan la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad y por consiguiente, será necesario valorar estas reflexiones en conjunto y a la luz de los resultados del resto de las dimensiones estudiadas en el proyecto.

## Referencias

- Acevedo Díaz, José Antonio, Vázquez Alonso, Ángel, Acevedo Romero, Pilar, Manassero Mas, María Antonia (2005) Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS [en línea].2(6), 73-99. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92420603>
- Acevedo Díaz, José Antonio, Vázquez Alonso, Ángel, Manassero Mas, María Antonia, Acevedo Romero, Pilar

- (2003) Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 3, 353-376. Recuperado en: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC\\_2\\_3\\_9.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_9.pdf)
- Acevedo Díaz, José Antonio, Vázquez Alonso, Ángel, Manassero Mas, María Antonia, Acevedo Romero, Pilar (2005) Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Educación Química*, año 30 núm. 1. Recuperado en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66100/58012>
- Contreras González, Luis Carlos (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. Recuperado de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/2953>
- Echeverría, Javier (2003) La revolución tecnocientífica. Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Manassero Mas, María Antonia, Vázquez Alonso, Ángel (2001) Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa [S.I.]*, n. 27. Recuperado en: <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7314/7640>
- Molpeceres, Mariangeles; Chulvi, Berta; Bernad, Joan Carles. (2004) Concepciones sobre la enseñanza y prácticas docentes en un sistema educativo en transformación: un análisis en los PGS. Centro Interamericano de investigación y documentación sobre formación docente. Pp. 141-196. España.
- Páramo, Pablo, Gómez, Francisco (1997). Actitudes hacia el medio ambiente: su medición a partir de la teoría de facetas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 29(2), 243–266.
- Ponte, José Pablo (1999) Las creencias y concepciones de maestros como un tema fundamental en formación de maestros. Universidad de Lisboa, Portugal. <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs/sp/Las%20creencias.pdf>
- Quintanilla, Miguel Angel (2017) Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología (2a ed.). México: FCE.
- Quintanilla, Miguel Ángel, Parselis, Martín, Sandrone, Darío, Lawler, Diego (2017): Tecnologías entrañables, ¿es posible un modelo alternativo de desarrollo tecnológico? Madrid: Libros de la Catarata.
- Thomas, Hernán (2011). Tecnologías sociales y ciudadanía socio-técnica: notas para la construcción de la matriz material de un futuro viable. *Ciência & Tecnologia Social*, 1(1). Recuperado de <https://periodicos.unb.br/index.php/cts/article/view/7797>
- Thomas, Hernán, Buch, Alfonso (Coord.) (2008): Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, Hernán, Juarez, Paula, Picabea, Facundo (2015) ¿Qué son las tecnologías para la inclusión social? Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Thompson, Alba (1992) Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 127–146). Macmillan Publishing Co, Inc.
- Vázquez Alonso, Ángel, Acevedo Díaz, José Antonio, Manassero Mas, María Antonia, Acevedo Romero, Pilar (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2). Recuperado en: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>
- Winner, Langdon (1985) "Do Artifacts Have Politics?" (publicación original en 1983), en: D. MacKenzie et al. (eds.), *The Social Shaping of Technology*, [La configuración social de la tecnología] Philadelphia: Open University Press. Versión castellana de Mario Francisco Villa.



Área temática:

Vinculación de investigaciones con la  
enseñanza de la ingeniería



# Aplicación de conceptos de materias básicas en proyectos finales de ingeniería

## Application of basic subject's concepts in engineering final projects

Presentación: 21/09/21

### **Marcela S. Ambrosini**

UTN Regional Santa Fe - Argentina  
mambrosini@frsf.utn.edu.ar

### **M. Elvira Rodríguez**

UTN Regional Santa Fe - Argentina  
mrodriguez@frsf.utn.edu.ar

### **Diego O. Pereyra**

UTN Regional Santa Fe - Argentina  
dpereyra@frsf.utn.edu.ar

### **Resumen**

Los contenidos desarrollados en los primeros años de las carreras de ingeniería, se retoman y profundizan durante la trayectoria curricular, complementándose con los de la especialidad. Como actividad de cierre con carácter integrador, en la formulación del Proyecto Final de Carrera, los estudiantes exponen conocimientos y habilidades adquiridos en el transcurso de su formación.

En el marco de un proyecto de investigación orientado a detectar cuáles son los contenidos de las asignaturas del Departamento de Materias Básicas de la UTN en los proyectos finales; este trabajo rescata opiniones sobre la importancia de matemática, economía, legislación, física, química e inglés en la formación de los ingenieros. El segundo bloque, compara la percepción de los protagonistas, recabada mediante encuestas a alumnos y recientes graduados de las carreras de Ingeniería Mecánica e Industrial. Al complementar con información obtenida de la lectura de los proyectos, se comparten las conclusiones sobre los aspectos abordados.

**Palabras clave:** materias básicas – proyecto final de carrera – proceso enseñanza-aprendizaje

### **Abstract**

The contents developed during the early years of engineering courses are resumed and analyzed in depth during the curricular path, complimenting with the specialities' matters. As a closure activity with an integrative character, in the Career Final Project (CFP) formulation, students expose their knowledge and abilities acquired during their academic formation.

Within an investigation project oriented to detect which are the contexts of subjects of the Basic Subjects Department of UTN in final projects, this paper rescues opinions concerning the importance of mathematics, economy, legislation, physics, chemistry and English in engineers' academic training. In the following section, the perception of the protagonists is compared, raised throughout surveys to students and recent graduates of the courses of Mechanical and Industrial Engineering. Complementing with information obtained through readings of projects, conclusions about the addressed aspects are shared.

**Keywords:** basic subjects - career final project - teaching-learning process

## Introducción

La realización del proyecto final de carrera (PFC) en su carácter de integrador como tarea de cierre, supone para los estudiantes el desafío de conocer y aplicar metodologías, seleccionar soluciones alternativas, aplicar herramientas asociadas a la planificación, definir tecnologías entre otras acciones. Esto supone aplicar conocimientos y habilidades adquiridos en el transcurso de su formación.

Los contenidos desarrollados en las materias básicas y retomados con otra perspectiva o grado de profundidad durante el cursado de la especialidad, de manera directa o indirecta son utilizados durante el proceso de elaboración del proyecto.

Focalizarse en el desarrollo de cuestiones económicas, de legislación, matemáticas, físicas y químicas tratadas en los primeros años y de las más utilizadas en los PFC e intentar detectar cuáles son las que pueden presentar mayores dificultades permitiría detenerse en un mejor abordaje de los contenidos.

Como parte de los objetivos de un proyecto de investigación en marcha, este trabajo presenta los resultados obtenidos hasta el momento a través de opiniones de autores sobre la importancia de las citadas disciplinas y la opinión de los alumnos y recientes graduados de dos carreras de ingeniería de la UTN FRSF que están transitando el proceso de elaboración del proyecto.

Siendo parte del proceso de enseñanza-aprendizaje se pretende brindar elementos que lleven a reflexionar sobre este tramo de formación y de esta manera contribuir con aportes tendientes a su mejora continua.

### Las materias básicas en las carreras de ingeniería

La importancia de las ciencias básicas para la formación de ingenieros radica en que posibilita ejercitar el razonamiento y ser creativo para atender a los problemas del mundo real a los que se enfrentará en búsqueda de soluciones eficientes (Mendez Mena, 2010). Entre las opiniones de diversos autores, se menciona una selección de la relevancia de matemática, física, química, legislación, economía e inglés; ampliando así el campo de las ciencias básicas atendiendo a incluir a las asignaturas que forman parte del Departamento de Materias Básicas en las carreras de ingeniería de UTN.

Las matemáticas son un instrumento para acceder a otros conocimientos que el ingeniero necesita para responder a las exigencias del mercado. Los modelos matemáticos, vínculos entre la teoría matemática y el mundo cotidiano, se convierten en una opción didáctica, con pensamiento crítico y sistémico, fundamental en la formación de ingenieros (Vásquez et al, 2015)

En palabras de Lago Figueroa, 2017, un ingrediente que proporciona la física como fundamento científico de la ingeniería, es la investigación resultante de conciliar y articular lo teórico y lo operativo con lo que usualmente utilizan los investigadores en sus prácticas y actividades investigativas. Este hecho (...) responde a uno de los problemas más agudos que debe enfrentar el estudiante de ingeniería en el instante de traducir en términos operativos, lo que conoce y ha memorizado desde el punto de vista teórico.

Actualmente se depende de la obtención de nuevos materiales con diferentes aplicaciones y con ello, procesos químicos sostenible y ambientalmente favorables. Por ello, la formación en ingeniería debe proveer la capacidad de entender, a nivel microscópico y sub-microscópico, lo que se hace, para decidir correctamente sobre el diseño, producción y puesta en marcha de procesos a nivel macroscópico (Molina et al, 2017).

En lo que respecta a legislación (Monzón Wyngaard et al, 2019) sostienen que contiene conceptos fundamentales que permiten al futuro egresado ser capaz de evaluar y responder a todo tipo de requerimientos; interpretar los aspectos legales, con los valores éticos que la profesión organizada exige (...)debe brindarse al educando una formación integral (...) (ética, social y jurídica) que, enancada a su formación científica y técnica, lo faculte a desempeñarse en grupos (v.g. de gestión, de resolución de conflictos, de asesoramiento, de peritajes, etc.) con fuertes motivaciones para producir cambios en la comunidad, en cuyo contexto, desarrollará su profesión.

Nicchi et al, (2008) consideran que la adquisición de los conceptos relacionados con la economía es parte importante dentro de la formación complementaria requerida para el desempeño profesional de los ingenieros. Es así como se propone que la asignatura no solo debe brindar los conceptos fundamentales de la economía sino también su vinculación con la práctica de la ingeniería.

En el área de idiomas, el aprendizaje, la práctica y el dominio del idioma inglés permite a los ingenieros ser más competitivos y, conforme a la demanda laboral, mejorar los procesos productivos en las empresas (Sosa Fernández et al, 2018).

Las ideas expuestas brindan un marco general para abordar el siguiente apartado: los temas desarrollados en las asignaturas de Materias Básicas que se aplican en los PFC de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica de nuestra casa de estudios, según la percepción de los estudiantes y recientes graduados.

### La apreciación de los estudiantes y recientes graduados

Con la finalidad de recabar la opinión de los protagonistas, se realizaron encuestas a estudiantes y recientes graduados que están transitando el proceso de elaboración del PFC o lo presentaron dentro de los últimos dos años.

Los resultados obtenidos en una muestra por conveniencia, corresponden a dos grupos; uno de la carrera de Ingeniería Mecánica, con 42 respuestas, y otro de Ingeniería Industrial, con 74. Los cuestionarios de cada grupo tienen las mismas preguntas pero con diferentes opciones de respuestas debido a que fueron elaborados contemplando no solamente los contenidos de las asignaturas de materias básicas sino también las correspondientes a la especialidad que retoman y/o profundizan temas tratados en aquellas.

Es pertinente aclarar que fue necesario seleccionar las preguntas cuyos resultados se muestran así como también utilizar tablas en vez de gráficos, debido a la extensión máxima permitida para esta presentación.

Al consultar sobre los conocimientos de asignaturas específicas utilizados en la elaboración de los PFC para poder establecer una conexión directa con las materias básicas a través de las correlatividades; se obtuvieron los resultados expuestos en la Tabla 1 Conocimientos de asignaturas específicas utilizados en la elaboración del PFC.

Ingeniería Industrial		Ingeniería Mecánica	
Evaluación de proyectos	67,6%	Estabilidad II	78,6%
Costos y Presupuestos	64,9%	Estabilidad I	76,2%
Estudio del trabajo	52,7%	Elementos de máquina	76,2%
Planificación y Control de la Producción	50,0%	Diseño mecánico	66,7%
Manejo de Materiales y Dist. en Planta	41,9%	Materiales metálicos	54,8%
Procesos Industriales	31,1%	Electrónica y sistemas de control	45,2%
Seguridad, Higiene e Ing. Ambiental	25,7%	Electrotecnia y máquinas eléctricas	35,7%
Ingeniería en calidad	20,3%	Mantenimiento	35,7%
Instalaciones Industriales	16,2%	Instalaciones industriales	35,7%
Economía de la Empresa	14,9%	Termodinámica	31,0%
Ciencia de los Materiales	13,5%	Tecnología del calor	31,0%
Economía General	13,5%	Tecnología de fabricación	31,0%
Estática y Resistencia de los Materiales	13,5%	Maquinas alternativas y turbo máquinas	31,0%
Mecánica y Mecanismos	12,2%	Mecánica racional	26,2%
Investigación Operativa	10,8%	Mediciones y ensayos	23,8%
Mantenimiento	10,8%	Ingeniería mecánica III	23,8%
Comercialización	9,5%	Metrología e ingeniería en calidad	23,8%
Diseño del Producto	9,5%	Química aplicada	21,4%
Control de gestión	9,5%	Ing. ambiental y seguridad industrial	19,0%
Termodinámica y Máquinas Térmicas	6,8%	Ingeniería mecánica II	19,0%
Electrotecnia y Máquinas Eléctricas	6,8%	Ingeniería mecánica I	16,7%
Mecánica de los Fluidos	5,4%	Mecánica de los fluidos	16,7%
		Economía	11,9%
		Organización industrial	11,9%
		CAD/CAM/CAE	4,8%
		Neumática	4,8%
		Cálculo avanzado	2,4%
		Probabilidad y estadística	0,0%

Tabla 1 Conocimientos de asignaturas específicas utilizados en los PFC

Otra de las preguntas indagó sobre la utilización o no, de conocimientos impartidos en materias básicas en los PFC, dando lugar a una apertura: en caso de haberse empleado, ¿resultó suficiente lo dictado o fue necesario profundizar? A modo comparativo, la Tabla 2 Utilización de contenidos de materias básicas en la elaboración del PFC refleja los resultados obtenidos en los dos grupos de referencia. De los guarismos relevados, se desprende que fueron suficientes los contenidos dictados en los primeros años, para el 60,78% de los casos de Ingeniería Industrial mientras que el 39,22% debió profundizar; a diferencia de Ingeniería Mecánica con el 86,84% y 13,16% respectivamente.

		Ingeniería Industrial	Ingeniería Mecánica
Aplicaron contenidos de materias básicas	Lo dictado en los primeros años fue suficiente	41,89%	78,58%
	Lo dictado en los primeros años no fue suficiente	27,03%	11,90%
No se utilizaron contenidos dictados en materias básicas		29,73%	9,52%
NS / NC		1,35%	0,00%

Tabla 2 Utilización de contenidos de materias básicas en la elaboración del PFC

Para quiénes, habiendo aplicado en sus PFC contenido de materias básicas, no les resultó suficiente lo dictado en los primeros años, el cuestionario permitía el acceso a otra pregunta vinculada con la/s rama/s del conocimiento en que debieron profundizar. Sus respuestas están plasmadas en la Tabla 3 Conocimientos en los que fue necesario profundizar.

Ingeniería Industrial		Ingeniería Mecánica	
Manejo de TIC's/herram.informáticas/programación	64,3%	Cálculo en una variable	38,1%
Data mining/análisis de datos	57,1%	Física newtoniana (mecánica clásica/gravitación)	33,3%
Estadística	39,3%	Cálculo multivariable	28,6%
Probabilidad	32,1%	Cálculo avanzado/ecuaciones diferenciales	23,8%
Economía general	25,0%	Electromagnetismo	23,8%
Cálculo en una variable	21,4%	Inglés	19,0%
Inglés	14,3%	Economía	19,0%
Cálculo multivariable	7,1%	Estadística	9,5%
Álgebra lineal	7,1%	Álgebra lineal	9,5%
Geometría analítica/geometría euclidiana	3,6%	Modelización	9,5%
Matemática discreta	3,6%	Probabilidad	4,8%
Análisis complejo	3,6%	Geometría analítica/geometría euclidiana	4,8%
Física newtoniana (mecánica clásica/gravitación)	3,6%	Análisis complejo	4,8%
Electromagnetismo	3,6%	Manejo de TIC's/herramientas informáticas/programación	4,8%
Física moderna	3,6%	Álgebra superior	0,0%
Legislación/derecho/marco jurídico	3,6%	Matemática discreta	0,0%
Modelado y simulación	3,6%	Física moderna	0,0%
Cálculo avanzado/ecuaciones diferenciales	0,0%	Data mining/análisis de datos	0,0%

Tabla 3 Conocimientos en los que fue necesario profundizar

Finalmente, de la selección de preguntas realizadas para este trabajo, se incorpora la referida al área de idiomas, más precisamente el inglés. En tal sentido, los resultados obtenidos al consultar sobre la utilización de bibliografía en inglés, sea libros, videos, presentaciones, etc., son los que se reflejan en la Tabla 4 Utilización de bibliografía en inglés en la elaboración de los PFC.

	Ingeniería Industrial	Ingeniería Mecánica
Si	62,2%	73,8%
No	37,8%	26,2%

Tabla 4 Utilización de bibliografía en inglés

## Conclusiones

A partir de la muestra analizada en forma comparativa y los PFC a cuya lectura se tuvo acceso, se desprenden las siguientes reflexiones:

- El abordaje de los temas tratados en los proyectos, estrictamente vinculados a la especialidad, deriva en consulta de contenidos de asignaturas orientadas al perfil; tal es el caso de Termodinámica en la que se observan marcadas diferencias. No obstante, es de destacar que Economía, presenta un grado de utilización muy similar en las dos carreras.
- La aplicación de los contenidos desarrollados en las asignaturas de materias básicas es más alto en los proyectos de Ingeniería Mecánica, situación que se replica en la suficiencia de conocimientos adquiridos en los primeros años de la carrera.
- Al considerar cuáles son los temas a profundizar, aparecen nuevamente las diferencias según la especialidad, mientras que en Ing. Industrial hay una alta demanda de análisis de datos, en Ing. Mecánica ni se menciona. Idéntica situación se produce con Probabilidad pero la situación se invierte al tratar Cálculo Avanzado, no mencionado en Ing. Industrial y con un alto porcentaje en Mecánica.
- En lo que respecta a inglés, si bien es utilizado de manera significativa por los dos grupos, Ingeniería Mecánica supera por 11,6 puntos a Industrial.

Resulta evidente la aplicación de contenidos desarrollados en materias básicas en los primeros años de formación, temas de apoyo sobre los que se continúa trabajando durante la trayectoria con orientación a los requerimientos de la especialidad.

Al detectar en una muestra los temas de mayor aplicación así como también los que demandan una especial atención en términos de su tratamiento, nos brinda un punto de referencia para continuar avanzando de manera específica en los programas de las asignaturas en las que se presentan mayores dificultades.

## Referencias

- Lagos Figueroa, J. A. (2017). El papel de la física en la formación profesional del ingeniero. Lumen Gent Vol.1 Año 1 ISSN 2539-0678 Pg. 91-96
- Méndez Mena, R. (2010). Las ciencias básicas y el aprendizaje en ingeniería. Disponible en [http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia\\_04.pdf](http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_04.pdf). Consulta Set-21
- Molina C., M. F., Carriazo, J. G., & Rodríguez-Jiménez, O. (2017). ¿Por qué los estudiantes de las carreras de ingeniería deberían tomar un curso de química general?. Revista Educación En Ingeniería, 12(24), 4-8. <https://doi.org/10.26507/rei.v12n24.725>
- Monzón Wyngaard, A., Stopello A., Falcione, G. (2019) La enseñanza de la Ingeniería Legal: Impactos y Desafíos Extensionismo innovación y transferencia tecnológica Claves para el desarrollo Vol V pg 61 a 66 Disponible en <https://revistas.unne.edu.ar>
- Nicchi, F.; Coccolo P. (2008). Una estrategia didáctica para la enseñanza de la economía en las carreras de ingeniería. VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería. Universidad Nacional de Salta, Universidad Católica de Salta, Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesionales Afines. Salta, Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/contribuciones/estrategia-didactica-ensenanza-economia-ingenieria.pdf>
- Sosa Fernández, G.; Gutiérrez Gutiérrez, B.; Velázquez Algo, M. (2018). "El aprendizaje del inglés, una contribución al desarrollo profesional de los ingenieros industriales" Revista Redipe Vol 7 N° 7. Disponible en <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/535>
- Vásquez R., Romo A., Trigueros, M. (2015). Un contexto de modelación para la enseñanza de las matemáticas en las ingenierías. Conferencia Interamericana de Educación Matemática. México.

# Experiencias del Grupo TIERRA FIRME en la formación de estudiantes de ingeniería

## Experiences of the TIERRA FIRME Group in the training of engineering students

Presentación: 25/10/2021

### Santiago Cabrera

Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN – FRSF) - Argentina  
spcabrera@outlook.com

### Ariel González

Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN – FRSF) - Argentina  
aagonzal@frsf.utn.edu.ar

### Resumen

Este trabajo expone las actividades de interacción entre el grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra “TIERRA FIRME” de la UTN FRSF y estudiantes y jóvenes recién recibidos de las carreras de ingeniería Civil e Ingeniería industrial con el rol de becarios. A través de un formulario de encuesta se extractaron las principales opiniones relacionadas con la experiencia de trabajo que procesadas y sistematizadas dan cuenta del proceso de formación e interpretación de sus conocimientos de ingeniería en su amplio espectro. A través de este análisis se cuantifican y cualifican las distintas dimensiones del aprendizaje realizado, que será útil para diseñar las propuestas de asunción de responsabilidades de futuros becarios.

**Palabras clave:** formación, extensión, investigación, estudiantes

### Abstract

This work exposes the interaction activities between the Research and Development group in Earth Construction Techniques "TIERRA FIRME" of the UTN FRSF and students and young people recently received from Civil Engineering and Industrial Engineering careers with the role of scholarship holders. Through a survey form, the main opinions related to the work experience were extracted, which, processed and systematized, account for the process of training and interpretation of their engineering knowledge in its broad spectrum. Through this analysis, the different dimensions of the learning carried out are quantified and qualified, which will be useful to design the proposals for assuming the responsibilities of future scholarship holders.

**Keywords:** training, extension, research, students

## Introducción

En el año 2001, en la Facultad Regional de Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRSF), dentro del Centro de investigación y desarrollo para la Construcción de la Vivienda (CECOVI), se conformó un grupo de trabajo dedicado a la investigación y desarrollo de tecnologías con el concepto de sustentabilidad ecológica, con énfasis en las técnicas de construcción con tierra. Para el año 2010, dicho equipo de trabajo ya se encontraba funcionando de forma independiente al CECOVI, y con la meta clara de investigar las técnicas de

construcción con el material Tierra, conformándose el grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra “TIERRA FIRME”.

La tierra, material tradicional y milenario para la humanidad, con ventajas sociales y ecológicas más allá de las ofertas actuales del mercado, puede ser adecuada a las modalidades tecnológicas modernas. Para ello, precisa volver a insertarse dentro del conocimiento de los constructores y profesionales, necesitando el desarrollo y promulgación de normas técnicas y jurídicas que garanticen una correcta ejecución y otorguen certificados de calidad que permitan su promoción dentro de planes estatales y usos particulares.

El Grupo ha ejecutado numerosos proyectos de investigación y desarrollo homologados por universidad, a nivel nacional y también proyectos de extensión, difusión, docencia e investigación a nivel internacional con pares de otros países. Una de las herramientas frecuentemente utilizada es la realización de jornadas, encuentros y congresos con la finalidad de aglutinar las voluntades de los entusiastas de esta tecnología constructiva. También ha participado activamente en Redes temáticas, coordinando el accionar de algunas de ellas y relaciona con el medio a través de actividades de servicios y transferencias tecnológicas. Sintéticamente se mencionan sus objetivos:

- Realizar trabajos experimentales en laboratorio y campo sobre el material tierra y sus elementos constructivos derivados, para generar nuevos conocimientos.
- Difundir los resultados alcanzados mediante publicaciones, presentaciones en congresos u otros mecanismos que transmitan el conocimiento universitario a la sociedad.
- Trabajar en la formulación de normas técnicas o jurídicas que contribuyan a la utilización del material tierra.
- Realizar servicios y asesoramientos a Organismos Públicos, Privados y de Gobierno en las áreas temáticas propias del uso sustentable de las técnicas de construcción con tierra.
- Dictar cursos y asesorar académicamente en tesis relacionadas con la construcción con tierra.
- Promover e integrar redes de colaboración con grupos afines a las temáticas abordadas y promover las relaciones institucionales con organismos del país o el extranjero.

Es relevante el rol que poseen los estudiantes de ingeniería en la estructura del Grupo, quienes, gracias a la adjudicación de diversas becas (UTN, UTN FRSF, CIN y CONICET) integran el equipo de trabajo y se acoplan a las diversas actividades llevadas a cabo, siendo el objetivo principal de este artículo exponer los aportes del Grupo TIERRA FIRME en la formación de los estudiantes de ingeniería.

## Desarrollo

Los estudiantes y jóvenes profesionales que se integran al grupo de trabajo lo hacen en primera instancia sin la elección de un tema u eje específico, sino con una mirada holística para dimensionar las potencialidades del material tierra y la facilitación que se puede lograr a través del Grupo de Investigación y Desarrollo. Se les trasmite que las actividades de investigación, extensión, difusión, gestión y formación se realizan simultáneamente, si bien en cada caso hay preponderancia de alguno de los enfoques. Desde este primer momento, en algunos casos desorientador, se trasmite el concepto de complejidad de la actividad ingenieril, especialmente en el ámbito de relacionamiento de la academia con la sociedad.

Solo a modo de ejemplo se enumeran algunas actividades en donde fue muy importante la participación de los estudiantes, ya que no solo colaboraron en las tareas encomendadas, sino que aportaron una mirada fresca y nueva, propia de su etapa de formación.

- **Extensión/ensayos a terceros:** Ensayos de laboratorio y transferencia de “saber hacer” en obras de adobe; tapia o tierra apisonada en encofrados; Bloques de Tierra Comprimida (BTC), etc. Cabe destacar que en algunos casos el desenvolvimiento prácticamente autónomo en estas actividades permitió que se realizaran prácticas supervisadas y tesis con los servicios solicitados al Grupo.

- **Docencia:** Fueron colaboradores en las partes prácticas correspondiente a la Diplomatura en Bioconstrucción de la UTN-FRP; talleres promovidos dentro del ámbito académico en localidades aledañas y encuentros con expertos internacionales especialistas en terminaciones y revoques.
- **Investigación:** participación en proyectos homologados e Inter-facultades (nacionales e internacionales) en uso de tierra vertida; utilización de desechos agrícolas como material de construcción; mejoramiento de las prestaciones del BTC y uso de plantas acuáticas regionales como impermeabilizante.
- **Gestión y difusión:** Han sido integrantes del equipo organizador de Congresos y Jornadas tanto nacionales como internacionales, lo cual los acercó a contextos diferentes, enriqueciendo su mirada local.

A continuación, se expone una serie de fotos ilustrativas de las tareas llevadas a cabo por los becarios del Grupo:



**Figura 1:** Manejo de equipamiento pesado y realización de ensayos de laboratorio



**Figura 2:** Actividades de capacitación en diferentes eventos organizados por el Grupo



**Figura 3:** Realización de ensayos de laboratorio normalizados



**Figura 4:** Manejo autónomo de equipamiento y realización de ensayos



**Figura 5:** Colaboración en eventos de capacitación

Para conocer la opinión de los becarios sobre su experiencia de trabajo dentro del Grupo y cómo ésta aportó en su formación, se realizó una encuesta en la cual fueron consultados 11 becarios de diferentes épocas acerca de lo que tomaron y dejaron en su paso por el Grupo, cuya síntesis se expone a continuación. Puede notarse como, en algunos casos el mayor aporte fue técnico, mientras que, en otros, de gestión y conocimiento general.

- Creo que el pertenecer al Grupo de Investigación me ayudó a tener más contactos y una mejor vinculación con otros profesionales dentro del ámbito de la construcción. También fue de mucha utilidad poder trabajar en actividades que comúnmente no se realizan como estudiante, lo que permite ampliar un poco la mentalidad como profesional y entender que las áreas y trabajos en donde uno puede desenvolverse son muy variadas.
- El paso por el Grupo me ayudó a interiorizarme en la presentación de proyectos a convocatorias de financiación estatal.
- Me brindó experiencia en el procesamiento de datos relacionados con la investigación.
- Durante mi beca he mejorado mi capacidad de investigación, elaboración de informes y de exposición. Además, me ha abierto la cabeza para tener en cuenta formas de construcción alternativas, principalmente aquellas que intentan ser más amigables con el ambiente. No recuerdo que algún profesor comentara algo de este tema. Me sirvió para aprender la metodología de trabajo en un laboratorio, disminuyendo la cantidad de errores que pueden cometerse. Y también, para afianzar conocimientos de ensayos de los cuales solamente sabía la parte teórica.
- Adquirí práctica y aprendí técnicas y métodos para la manipulación tanto de materiales como de máquinas y elementos de laboratorio, además de saber qué decisiones tomar antes situaciones o casos puntuales. Otro aspecto importante fue el hecho de trabajar en equipos multidisciplinarios, de esta forma pude fortalecer mi habilidad de trabajar en equipo y conocer qué es lo que tengo para aportar desde mis conocimientos y aptitudes personales.
- El paso por el Grupo me ha permitido ser expositora en la Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos -Redactar artículos científicos – y participar del de postulación para un proyecto financiado por el Estado.

## Conclusiones

Puede concluirse que el “paso por el Grupo” ayuda a complementar la formación de los becarios como futuros ingenieros, aprendiendo fundamentalmente que la Facultad no solo es un lugar donde se realiza docencia áulica, y que “aprender a ser ingenieros” conforma una serie de conceptos teóricos y prácticos que deben filtrarse con paradigmas de razonamiento construidos desde el saber hacer. También a tener una visión amplia de la utilización de tecnologías y materiales diferentes a los estrictamente enseñados durante el cursado de la carrera y promocionados por la publicidad y el mercado.

## Referencias

- Todas las fotografías presentadas en este artículo fueron tomadas por miembros del Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra.

# Grado de avance del proyecto “La modelización como recurso para la integración de conocimientos y el desarrollo de competencias”

## Degree of advancement of the project "Modeling as a resource for the integration of knowledge and the development of competences"

Presentación: 30/09/2021

### **Silvina Cafferata Ferri**

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

### **Cecilia Culzoni**

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rafaela - Argentina  
ceciliaculzoni@gmail.com

### **Susana Juanto**

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata - Argentina  
sjuanto@yahoo.com.ar

### **María Cristina Kanobel**

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Argentina  
mckanobel@gmail.com

### **Jorge Paruelo**

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires - Argentina  
jparuelo@gmail.com

### **Resumen**

Este trabajo describe el grado de avance de un proyecto interfacultades que se está desarrollando en la Universidad Tecnológica Nacional entre las Regionales Avellaneda, Buenos Aires, La Plata y Rafaela. El grupo está conformado por investigadores con experiencia en distintas áreas y con trabajos previos en temas relacionados con la didáctica

experimental, el uso de TIC y analogías en la enseñanza del Nivel Superior. El eje principal del proyecto es el diseño de actividades de modelización para integrar conocimientos y promover el desarrollo de competencias en estudiantes de carreras de Ingeniería. Para el desarrollo de estas actividades de enseñanza se utilizan recursos experimentales, TIC, recursos de Historia y Filosofía de la Ciencia y la Tecnología con los que se busca estimular la adquisición de formas de pensamiento necesarias para el proceso de modelización.

Palabras clave: modelización, enseñanza de la ingeniería, enseñanza de las ciencias, competencias, STEAM.

### **Abstract**

In this paper it is described the advancement degree of a research project, which is being developed at the

Universidad Tecnológica Nacional associating Avellaneda, Buenos Aires, La Plata and Rafaela dependencies. The group includes researchers with experience in different areas and previous work on experimental didactics, ICT and use of analogies in higher education. The main subject of this project is modeling activities design, to integrate knowledge and promote competencies development in engineering students. ICT, History and Philosophy of Science and Technology and experimental resources are used to design activities. An aim of these activities is to stimulate ways of thinking that are useful for modeling purposes.

Keywords: modelling, engineering teaching, Science teaching, skills, STEAM

## Introducción

El proyecto es de tipo multi facultades y está formado por investigadores de cuatro regionales (Avellaneda, Buenos Aires, La Plata y Rafaela). Para informar acerca de su grado de avance se organizó la presentación en tres partes: una primera parte donde se exponen las formas de organización del grupo y las dificultades durante estos nueve primeros meses de trabajo en pandemia, una segunda parte donde se reseñan los avances teórico conceptuales y las líneas que se han estado abordando y una tercera parte en la que se comentan los productos en desarrollo y su estado actual.

### Organización del grupo

El grupo se conformó con investigadores de diferente grado de formación y con pertenencia a cuatro regionales de la UTN. En cada una de ellas hay un investigador formado y en condiciones de dirigir proyectos. En función de esto, se diseñó un modelo de organización de grupos de trabajo en cada regional con un coordinador en cada una de ellas; reuniones conjuntas y periódicas de todos los miembros del proyecto, con el fin de vincular los diferentes subgrupos y reuniones de intercambio entre los coordinadores. Estos dos últimos tipos de reuniones se pensaron virtuales desde un principio, independientemente de la situación de pandemia, dada la distancia y las dificultades de traslado entre regionales. Respecto de esto, se logró concretar alguna reunión conjunta para discutir enfoques teóricos y reuniones organizativas de coordinadores. También hubo reuniones del Director del proyecto con algunos integrantes de distintos grupos.

El aislamiento afectó, indirectamente, todos los intercambios dentro del grupo amplio y, de manera particular, las posibilidades de efectuar las reuniones y el uso de infraestructura (acceso a laboratorios por ejemplo) dentro de cada grupo regional. Al no poder realizar reuniones de manera asidua en formato presencial, como era la idea dentro de cada grupo regional, quedaron limitadas las posibilidades de intercambio, y esto llevó a trabajar en mayor medida de forma individual dentro de cada regional. Esta situación repercutió de alguna forma en el intercambio y la formación de recursos humanos. Sin embargo, a la espera del cambio en la situación del contexto hacia el año próximo o, tal vez, más cerca de finales del presente año, se sigue trabajando actualmente bajo el formato de virtualidad.

Más allá de las dificultades señaladas, se comenzó a relevar bibliografía sobre las temáticas del proyecto y a organizar el marco teórico sobre el cual se asientan las actividades. Algunos miembros del proyecto ya venían trabajando en temas relacionados con la temática central y parte del trabajo en esta etapa fue continuar con dichas investigaciones que se comentan en la última parte de esta presentación.

### Avances teórico-conceptuales

El proyecto tiene como objetivo central diseñar actividades didácticas para la enseñanza de la modelización. A partir del relevamiento bibliográfico (Oliva, 2019; Justi, 2006; Upmeier zu Belzen et al., 2019; Clement, 2000; Oh y Oh, 2011; Izquierdo-Aymerich y Ardúriz-Bravo, 2003) se pudo avanzar

en la delimitación de un marco teórico que podemos focalizar en la aún difusa ‘enseñanza basada en la modelización’. Este campo es un ámbito en desarrollo tanto en lo conceptual como en la generación de herramientas prácticas y de testeo. Existe bibliografía, buena parte de ella vinculada al ámbito de la enseñanza media, que pone en evidencia una serie de dificultades a abordar desde el plano teórico. El objetivo de la investigación es, en este aspecto, avanzar en el desarrollo de un marco conceptual en lo que hace a la enseñanza basada en la modelización en el ámbito de la educación superior y universitaria.

En la comunidad de investigadores sobre la enseñanza de la modelización hay consenso en que esta última involucra un ciclo que, muy simplificado, puede resumirse en que frente a un problema se propone un modelo que luego se testea contra datos, se reformula si es necesario y se testea nuevamente. Posteriormente este modelo se intenta aplicar a otros problemas. La descripción de este proceso trae consigo la necesidad de desarrollar y clarificar una serie de conceptos. Esto puede formularse en algunas preguntas: ¿Qué se entiende por modelo? ¿Tienen los modelos alguna estructura general? ¿Cuál es la relación que se pretende que exista entre el modelo y aquello a lo que el modelo apunta?

El desarrollo de la competencia de modelización es un proceso que involucra una serie de aprendizajes cuyo detalle excede lo que se puede describir en este trabajo. Para citar uno de ellos, por ejemplo, es posible decir que en el proceso de formulación de un modelo entran en juego diferentes sistemas de representación entre los que se encuentra fuertemente involucrada la Matemática. En este sentido, uno de los desafíos del área es analizar cómo introducir la matemática en la enseñanza superior teniendo como eje la enseñanza basada en la modelización. Algo similar ocurre con el manejo y obtención de datos (necesarios para testear el modelo y en la instancia inicial para generarlo) que se liga con la experimentación, la medición y diferentes recursos de análisis de datos que hoy incluyen las TIC.

Por otro lado, el ciclo de modelización es más sofisticado que la somera descripción que se mencionó más arriba y al refinarlo aparecen nuevos debates. En paralelo a las partes del ciclo mencionado se plantea cómo se pretende diseñar las actividades para la enseñanza de la modelización.

Una parte de la enseñanza, al menos de algunas de las materias básicas, involucra el aprendizaje de ciertos modelos por parte del estudiantado. Un punto a desarrollar respecto de esto es cómo la enseñanza basada en la modelización permite la enseñanza de modelos ya establecidos. El testeo de modelos requiere la comprensión del modelo sometido a evaluación y por lo tanto se necesita entrenamiento en aquel tipo de actividades.

Otro problema se asocia con la forma de incorporar las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad desde este marco. En ese sentido hemos avanzado en la posibilidad de poner en debate modelos desarrollados a lo largo de la historia proponiendo actividades en las que el estudiantado “discuta” con un defensor del modelo abandonado, haciendo referencia a la situación histórica en que se desarrolló tal modelo. En este punto hay una línea que queremos trabajar pero que enfrenta las dificultades de la pandemia que está asociada con la utilización de instrumentos de medición y formas de experimentación del pasado (por ejemplo, los microscopios de Leewenhoek o el de Hook, telescopio de Galileo, la pila de Volta).

Un punto clave respecto de la modelización como competencia, que está en discusión en la actualidad, es la forma de medir la efectividad de los recursos empleados para lograrla. Un poco más acotado, está el problema de

evaluar la capacidad de llevar a cabo las distintas etapas de desarrollo del aprendizaje de la modelización por parte del alumnado (esto incluye cuál es el punto final de la formación pretendida a nivel del grado). Pero no hemos abordado estas discusiones, simplemente hemos identificado un problema allí.

#### Producción y trabajos en desarrollo

Durante 2020 y 2021 se fueron desarrollando diversas actividades situadas en cada una de las facultades regionales que forman parte del proyecto:

i. En el trabajo “Rediscutir Modelos Descartados: un Recurso de Enseñanza Integrador” se propone un debate sobre los modelos explicativos del límite del ascenso del agua en un tubo que se disponían en la época de Galileo. El trabajo apunta a dos aspectos vinculados con la modelización integradora: la evaluación y elección de modelos y la relación con la sociedad. Este trabajo estaba en desarrollo desde antes del inicio de este proyecto y una primera versión fue presentada en IPECyT2020 (VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas) y publicada en actas electrónicas este año (Paruelo, 2021). El trabajo está en desarrollo y ampliación para envío a publicación en revista especializada.

ii. En “El rol de la Matemática en la competencia de modelización” se proponen ejes indicativos de cómo puede ser incorporada la Matemática, en tanto recurso de representación, en el marco de la enseñanza basada en la modelización. También se propone la modelización como recurso de articulación horizontal de Materias Básicas. Este trabajo ha sido enviado para su presentación en CAEDI 2021 (11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería).

iii. También como póster se presentará en CAEDI 2021 el trabajo “Diseño de applets en la modelización matemática”, iniciado antes del comienzo del actual proyecto, al cual se le agregaron avances en los diseños de los applets y en el análisis de las implementaciones realizadas. En el trabajo se comentan las experiencias realizadas en cursos de primer año, en la asignatura Análisis Matemático I de la Facultad Regional Buenos Aires, respecto del contenido Problemas de Optimización, como una aplicación del concepto de derivadas. Se han diseñado applets utilizando el software GeoGebra, que agrega renovados recursos a los tradicionales, no solo en la resolución de cálculos numéricos y simbólicos sino también en la construcción de gráficos y representaciones, con un carácter dinámico, permitiendo de esta manera alcanzar una mejor visualización de las situaciones propuestas. Las situaciones problemáticas seleccionadas permiten, mediante la utilización de las herramientas dinámicas que posee el software, presentar ejemplos de actividades no repetitivas ni algorítmicas, construir múltiples representaciones de conceptos matemáticos, identificar patrones en la solución de problemas e integrar dinámicamente la Matemática a otras disciplinas. Se plantea la modelización matemática de situaciones problemáticas como una opción didáctica que favorece la adquisición de conocimientos.

iv. En el trabajo “Los teléfonos celulares como posibles laboratorios de física: el caso del péndulo físico”, que se encuentra en proceso de redacción, se propone utilizar los teléfonos celulares como recurso de obtención de datos y medio para compartirlos. Esta línea de investigación estaba en desarrollo antes del comienzo del proyecto y se continúa actualmente. Se enmarca dentro de lo que hemos señalado como el rol de los aspectos experimentales en la modelización. Los sensores disponibles en los teléfonos celulares permiten a estudiantes y docentes realizar experimentos contando con un instrumento de medición versátil y de uso masivo. Estas prácticas experimentales, incluidas dentro de propuestas didácticas específicas, posibilitan el testeo de modelos tradicionales usando nuevas herramientas. La diferencia radica en que alumnas y alumnos pueden realizarlas en el

marco de su vida cotidiana, lo que les da un mayor acercamiento a la ciencia, y establecen un vínculo más cercano entre los modelos matemáticos empleados en los desarrollos teóricos y la experiencia real. El hecho de compartir los datos al instante con otros grupos de trabajo, incorporar programas de computación para el procesamiento de la información y registrar todo lo realizado usando el mismo instrumento, que es el teléfono celular, brinda una posibilidad impensada hasta hace pocos años.

v. La tarea de intervenir en el proceso de modelización se puede identificar claramente en algunas acciones que se presentan en el trabajo “Experiencias didácticas para el aprendizaje de cinemática mediante el uso del sensor acelerómetro del teléfono celular”, trabajo que se expondrá en la JIT 2021 (Jornadas Jóvenes Investigadores Tecnológicos), y en el trabajo “Desarrollo de competencias en experiencias de mecánica utilizando un teléfono celular” que se presenta en este mismo encuentro. A partir de los datos obtenidos por el sensor acelerómetro del teléfono celular en los tres ejes cartesianos en función del tiempo, se seleccionan los valores que corresponden según la dirección del movimiento. Luego, y realizando un proceso inverso al que se produce en los softwares tradicionales, se obtienen los valores de velocidad y posición en función del tiempo usando las fórmulas de cinemática. Los sensores de uso comercial que trabajan con softwares asociados (como Pasco con Capstone, por ejemplo) miden la posición en función del tiempo y luego mediante un proceso que consiste en realizar la derivada primera y la derivada segunda de la curva obtenida, el software brinda las curvas y valores de velocidad y aceleración en función del tiempo. Este es un proceso de modelización que queda oculto, opacado por la intervención de la tecnología y que es necesario hacer consciente en los estudiantes. Usando el teléfono celular se realiza el proceso inverso ya que se mide la aceleración en función del tiempo y mediante cálculos matemáticos, en un proceso totalmente transparente y ejecutado por cada estudiante con ayuda de una planilla de cálculo, se obtiene la posición y la velocidad.

vi. Otro trabajo en proceso (aún no presentado), cuyo título tentativo sirve de orientación, es “Una Herramienta para la Conceptualización de Función enraizada en la Historia de la Matemática”. Se aborda en él la ventaja de la enseñanza de la Matemática enraizada en modelos empíricos como recurso para la comprensión de algunos conceptos matemáticos. El trabajo incorpora contenidos relativos al impacto social de la Ciencia y la Tecnología en las actividades, a la vez que las sitúa contextualmente.

vii. En el área de Química, dado que nos encontramos con clases solamente virtuales y reconocemos a la Química como una ciencia experimental, en experiencias iniciadas antes del comienzo del actual proyecto y con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con el trabajo experimental, abandonamos la sofisticación y nos remitimos a experiencias sencillas en el hogar. Las experiencias realizadas incluyeron: armado de una pila de Volta; medida de pH con indicadores caseros; reacciones que involucran desprendimiento de gases; y algunas reacciones químicas con notable cambio de temperatura. En este año, 2021, se avanza en utilizar los procesos involucrados como recursos para la enseñanza de la modelización, atentos a las herramientas disponibles para medir variables. Pensamos que estas experiencias pueden reproducirse aun cuando volvamos a clases presenciales, dado que cada estudiante puede realizar “las experiencias caseras”, y repetirlas cuanto sea necesario, lo que no ocurre por el tiempo acotado de permanencia en laboratorios de la facultad. Aunque estas experiencias caseras son sencillas, contienen temas centrales para Ciencias Básicas.

viii. En el trabajo “Evaluar a través de foros: una experiencia con estudiantes de ingeniería” desarrollado por Kanobel et al. (2021) se relata la implementación de un diseño para evaluar aprendizajes en el contexto de situaciones reales, como son los conceptos de Sensibilidad y

Especificidad de un test, basados en modelos de la Teoría de Probabilidades. La experiencia se llevó a cabo en 2020 con 323 estudiantes de Probabilidad y Estadística de la UTN Regional Avellaneda distribuidos azarosamente en grupos. Se utilizó la herramienta Foros disponible en el aula virtual habilitada para la asignatura en la plataforma Moodle institucional, en un contexto de enseñanza remota de emergencia a causa de la pandemia de COVID-19. Se trabajó con foros como recursos para la evaluación

formativa con el propósito de generar espacios que posibiliten la comprobación y la metacognición de saberes de cada estudiante. Sobre los resultados, el 81,11% de la matrícula pudo cumplir con la actividad y un 2,16% sólo lo hizo en forma parcial. El relato de la experiencia y sus resultados se presentarán en el COINI 2021 (XIV Congreso Internacional de Ingeniería Industrial).

## Consideraciones finales

En tanto resumen de avances realizados en el desarrollo del proyecto no es correcto hablar de conclusiones, sino realizar dos consideraciones finales como cierre de este informe.

En primer lugar, es relevante reflexionar sobre la experiencia de pandemia en cuanto a la metodología de trabajo que tuvo que darse el grupo. Ese es el sentido del breve relato presentado sobre este punto. El dato más importante es que la comunicación mediada por tecnología permite la interacción del grupo completo sin que la distancia afecte el trabajo. Es discutible esto respecto de la formación de recursos humanos, la experiencia en este sentido muestra que resulta más difícil romper ciertas barreras en el proceso formativo cuando hay comunicación mediada por tecnología.

En segundo lugar, es importante destacar que se logró un avance significativo al menos en tres áreas: el marco teórico, los recursos experimentales y la delimitación de problemas. La tarea, de aquí en adelante, es sistematizar la forma de generar actividades de modelización, que es a lo que apunta el proyecto.

## Referencias

- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education* 22(9), 1041-1053.
- Izquierdo-Aymerich, M. y Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias* 24(2), 173-184.
- Kanobel, M.C., Belfiori, L., y García, M. (2021). Los foros como espacio de evaluación para el nivel universitario. XIV Congreso Internacional De Ingeniería Industrial.
- Oh, P.S. y Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130.
- 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.
- Paruelo, J. (2021). Rediscutir Modelos descartados: un recurso de enseñanza integrador. En VII Jornadas Nacionales y III Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas. Pesa, M., Aparicio, G., Cejas, F.(eds.). EdUTecNe, Universidad Tecnológica Nacional. CABA. 2021. ISBN: 978-987-4998-65-1. Pp: 581-587.
- Upmeier zu Belzen, A.; Krüger, D.; van Driel, J. (2019) *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education*. Springer. Cham, Suiza.



Área temática:

La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.



# Evaluación de desempeño: experiencia en Análisis Matemático I.

## Performance evaluation: experience in Mathematical Analysis I.

Presentación: 00/00/2021

### **Sandra Ramirez**

Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
scramirez@frsf.utn.edu.ar

### **Olga Scagnetti**

Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
oscagnetti@frsf.utn.edu.ar

### **Eva Casco**

Facultad Regional Santa Fe - Universidad Tecnológica Nacional - Argentina  
ecasco@frsf.utn.edu.ar

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es estudiar el desempeño y las competencias sociales y cognitivas adquiridas por los alumnos de la asignatura Análisis Matemático I en una comisión de cursado cuatrimestral del año 2021.

El análisis de las competencias cognitivas se basa en el marco de educación matemática crítica. Y las competencias sociales referidas al marco de las competencias básicas de un ingeniero brindadas por el CONFEDI.

La evaluación de los desempeños de los alumnos en cada uno de los tópicos de la asignatura se aborda desde la evaluación formativa de cada contenido. Se trabaja con resolución de problemas y su defensa mediante coloquios distribuidos a lo largo de la cursada. Se apuesta en este caso al aprendizaje colaborativo mediante el trabajo en grupos. Los resultados fueron muy satisfactorios esto se evidenció en cada una de las instancias de evaluación desarrolladas y en los resultados finales obtenidos por los alumnos.

**Palabras clave:** Competencias - Evaluación de desempeños - Matemática crítica – Aprendizaje colaborativo.

## **Abstract**

The objective of this work is to study the performance and social and cognitive skills acquired by the students of the subject Mathematical Analysis I in a four-month study commission in 2021.

The analysis of cognitive competencies is based on the critical mathematics education framework. And the social competences referred to the framework of the basic competences of an engineer provided by CONFEDI.

The evaluation of the performance of the students in each of the topics of the subject is approached from the formative evaluation of each content. It works with problem solving and their defense through colloquia distributed throughout the course. In this case, we bet on collaborative learning through group work. The results were very satisfactory, this was evidenced in each of the evaluation instances developed and in the final results obtained by the students.

**Keywords:** Competences - Performance evaluation - Critical mathematics - Collaborative Learning.

## **Introducción**

Este trabajo fue realizado en el marco en el proyecto de investigación " *Análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje: La utilización de tecnologías emergentes y su contribución en el desarrollo de competencias en los alumnos del ciclo básico de la UTN- FRSF* ".

Competencias

Hoy en día una meta primordial en la tarea como docentes debe ser contribuir con la formación y el desarrollo de las competencias, abordando este proceso gradualmente desde el primer año.

Sin embargo, el escenario típico de clases es el profesor al frente de los estudiantes escribiendo en el pizarrón los contenidos para impartir su cátedra. En este modelo el contenido viene dado por los conocimientos y valores acumulados por la sociedad y las ciencias, como verdades concluidas, todo lo cual aparece separado de las experiencias y realidades del alumno y su contexto, contenidos representados en el docente. Este modelo de enseñanza tradicional centrado en el profesor produce resultados poco satisfactorios, y exclusión de los alumnos.

No resulta fácil cambiar la cultura institucional de nuestras universidades, generalmente muy asentada en tradiciones y rutinas establecidas durante siglos (Zabalza, 2007).

Las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) plantean objetivos de aprendizaje por competencias, tanto genéricas como específicas, este tipo de perspectiva promueve capacidades autónomas en el estudiante que no solo debe saber, sino también saber hacer, para incorporar esto son necesarias metodologías y técnicas activas.

Para enfrentarse a los retos que se plantean se requieren nuevas formas de funcionamiento por parte de profesores y estudiantes. En relación con los alumnos, no basta con ser experto en una determinada materia, ya que se deben desarrollar múltiples competencias fundamentales entre las que destacan la capacidad de resolver problemas, la capacidad de trabajo en equipo, las habilidades comunicativas, las habilidades de aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la toma de decisiones (Cortez et al., 2009).

La Universidad tiene la necesidad de dar respuesta a estos cambios mediante un sistema flexible educativo que pueda atender las demandas del aprendizaje continuo. Es así como, el mismo puede hacerse sin descuidar la rigurosidad en la formación, mediante el balance entre teoría y práctica, la incorporación de nuevas competencias, actitudinales y técnicas, así como la resolución de problemas con criticidad, con herramientas de cálculo y diseño, incorporando la creatividad. (Casco et al., 2015).

La aparición de las competencias que deben alcanzar los alumnos exige cambio profundo en el desarrollo del papel del profesorado universitario y en particular el nuestro. Eso puede ocasionar ciertos problemas. Si analizamos la relación entre alumno y docente, la incorporación de metodologías activas sitúa al alumno en el núcleo del proceso de enseñanza y aprendizaje.

“Evaluar los procesos de enseñanza y de aprendizaje se sostiene en la necesidad de comprender y entender la complejidad de las prácticas docentes para mejorarlas y preguntarse por su calidad, pertinencia y relevancia social” (Rosemberg, 2016).

### Competencias Cognitivas

Para el desarrollo de las competencias cognitivas se deben seleccionar estrategias pedagógicas que conlleven a una comprensión genuina, que sean motivadoras para el aprendizaje y les permita a los alumnos dimensionar las matemáticas como parte de su entorno. Un ejemplo de esto es el marco de educación matemática crítica y en particular sus conceptos de “Matemática en acción” y “alfabetización matemática” referidos así por uno de los principales exponentes de esta teoría, Ole Skovsmose.

Según este autor la expresión “Matemática en acción” refiere a procesos mediante los cuales las abstracciones matemáticas pueden ser proyectadas en la realidad. Tal como Skovsmose afirma, esto se refiere a los procesos inversos de abstracción, que consisten en extraer las ideas matemáticas de fenómenos e ideas empíricas. La idea es que la matemática pase a ser parte del entorno, generar espacios de investigación en el aula que le permita al alumno preguntarse y buscar explicaciones, hacer matemática en acción.

La alfabetización matemática es un proceso “compuesto de diferentes competencias: la matemática, la tecnológica y la reflexiva”. Skovsmose (2000)

Competencia matemática: son las habilidades llamadas comúnmente matemáticas, como la capacidad para reproducir pensamientos matemáticos, teoremas y demostraciones, ejecutar algoritmos y realizar cálculos. Un ejemplo, sería resolver una ecuación con una o más incógnitas.

Competencias tecnológicas: suponen la habilidad para resolver problemas enunciados en lenguaje natural, que surgen y se aplican en el mundo natural, social y cultural en el que viven los sujetos. Por ejemplo, realizar un gráfico de una función en base a una observación.

Competencias reflexivas: es la competencia necesaria para ser capaces de tomar una posición justificada sobre asuntos tecnológicos”. Como ejemplo podemos considerar las conclusiones que sacan los alumnos en base a la observación de gráficos realizados.

## Desarrollo

La experiencia surge de nuestro interés por desarrollar competencias cognitivas y sociales en una comisión de cursado cuatrimestral de la asignatura Análisis Matemático I (AMI) del año 2021. cambiar la clase expositiva y el modo de evaluación tradicional que produce resultados poco satisfactorios evidenciados en los altos índices de aplazos, repitencia, dilación en el tiempo de aprobación, uso deficiente de los recursos que la materia proporciona, entre otros desajustes. Proponemos innovación en la estrategia de enseñanza y en el método de evaluación. El contexto, los alumnos de este curso son alumnos recursantes de todas las especialidades y con al menos un aplazo en la materia, con nota mayor que 3, teniendo así un conocimiento previo de la materia.

La estrategia de enseñanza se basó en clases sincrónicas y asincrónicas. Las clases asincrónicas consistieron en videos disponibles en el campus de la materia y material de lectura. En los videos se desarrollan los temas teóricos de cada tópico de la asignatura, ejemplos de ejercicios prácticos y problemas resueltos. En las clases sincrónicas se realizaron consultas donde se despejaron dudas de los alumnos y se desarrollan ejercicios de la guía práctica y ejercicios integradores en conjunto con los estudiantes. Dada la virtualidad con que se desarrollan las actividades universitarias este año, las clases sincrónicas fueron a través de la plataforma en Microsoft Teams.

La evaluación de los desempeños de los alumnos en cada uno de los tópicos de la asignatura se aborda desde la evaluación formativa de cada contenido. Para esto se considera la participación activa del estudiante en las clases sincrónicas y coloquios cada quince días que abordan los tópicos desarrollados en ese periodo.

Esta instancia de evaluación, oral y en grupos, consistió en 7 coloquios distribuidos a lo largo de todo el cuatrimestre. En cada coloquio se les entregó tres problemas por grupo contando con cinco días para resolverlos para luego exponer su resolución. Los problemas fueron de aplicación. Para la exposición oral se promueve el uso de herramientas tecnológicas como powerpoint, y el software matemático Geogebra. Con el objeto de fomentar la adaptación a distintos grupos de trabajo, se eligieron cada dos coloquios los grupos al azar.

El análisis del desarrollo de las competencias cognitivas se basó en el marco de educación matemática crítica. Y para las competencias sociales referidas al marco de las competencias básicas de un ingeniero brindadas por el CONFEDI.

Como instrumento de evaluación, para medir el desarrollo de las competencias matemáticas y sociales, en cada coloquio las docentes utilizaron tablas de doble entrada. Se consideraron los siguientes criterios (Tabla 1) para la valorización de las competencias desarrolladas.

	Competencia	Criterios	Valoración Máxima
Competencias Matemática	- Matemática	- Justificación Conceptos teóricos.	3
	- Tecnológica	- Resolución de los problemas.	3

	- Reflexiva	- Uso de recursos tecnológicos para justificar resolución. - Búsqueda de soluciones no tradicionales.	1
Competencias sociales, políticas y actitudinales	- Comunicarse con efectividad.	- Expresión oral	1
	- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	- Motivación.	1
		- Presentación. - Participación.	1

Tabla 1. Criterios para valorización de competencias desarrolladas.  
Fuente: Elaboración propia.

La virtualidad posibilitó grabar los coloquios lo que permitió revisar las exposiciones.

## Resultados y Conclusiones

En el año 2020 aprobó el 65% de los alumnos de este curso cuatrimestral recursantes, con esta innovación en la enseñanza y evaluación, se mejoró la tasa de aprobación respecto a años anteriores ya que este año 95% de los alumnos del curso aprobó AMI y con nota igual o mayor a 7 puntos sobre 10. El 5% que no aprobó abandonó la cursada en las primeras intancias. Estos últimos explicaron que les resultaba difícil dedicarles el tiempo requerido a las evaluaciones por coloquios. El promedio general en todos los coloquios fue de 7,72 y la mediana 8. Sólo el 5,5% de los alumnos recuperaron coloquios y fue un único coloquio cada uno.

Respecto a las capacidades matemáticas se presenta en la Figura 1 los promedios de las notas obtenidas por los alumnos por cada competencia en cada coloquio.

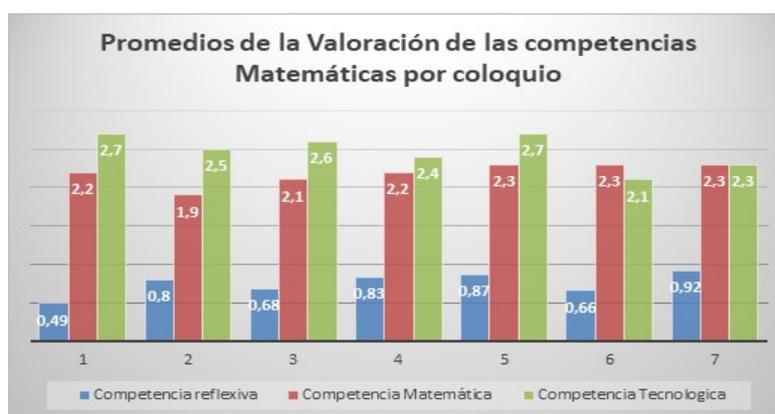


Figura 1. Promedio de Valoración de las competencias matemáticas con criterios de la Tabla 1.

Los resultados son muy satisfactorios si se considera la alta tasa de aprobación de la materia, pero lo más significativo es la motivación por las matemáticas que se logró con el trabajo en grupo y con los problemas de aplicación desarrollados por los alumnos en cada coloquio. Se muestra en la Figura 2 el promedio de valoración de la motivación en cada coloquio, donde puede verse que en general el promedio superó el 0,7 sobre 1.



Figura 2. Promedio de valoración de la Motivación.

La experiencia resulta favorecedora de desarrollo de competencias cognitivas y sociales, se evidenció en cada una de las instancias de evaluación desarrolladas y en los resultados finales obtenidos por los alumnos. Esta propuesta de formación basada en competencias y evaluación formativa parece configurar un entorno que estimula el aprendizaje autónomo y el logro de la metacognición de los estudiantes. A manera de síntesis al dejar la clase expositiva y trabajar con coloquios y su evaluación se logró que los alumnos

- Participen activamente.
- Tengan retroalimentación de su aprendizaje.
- Valoren sus acciones y producciones en el proceso de aprendizaje.
- Validen el desarrollo de sus competencias.
- Incrementen la motivación y el compromiso al tener evaluaciones frecuentes
- Propicien el auto aprendizaje.

Como conclusión, los docentes decidimos la metodología de enseñanza y evaluación, esto supone la concreción de lo que se espera en los estudiantes. Es importante realizar una planificación adecuada a las demandas presentes, en los objetivos formativos de la materia y a las expectativas de capacidades a adquirir por los alumnos. Luego de presentar la experiencia y mostrar algunos resultados que incrementan notablemente la tasa de aprobación de los estudiantes en este curso; podemos concluir que hubo condiciones que garantizaron que esta metodología favoreció los desempeños de los estudiantes de este curso. Con una activa participación de ellos, la calidad del aprendizaje ha dependido, esencialmente, del rol del docente actuando como guía. Sus interacciones con el estudiante se centraron en facilitar el papel activo del alumno, y de ayudarlo a descubrir por sí mismo cómo se realiza la tarea para obtener una producción final que lo conduzca paulatinamente a la calidad académica esperada.

## Referencias

- Casco, E; Giménez Uribe, A; Llorens, R; Rodríguez, M. E; El currículum de la carrera Ingeniería Industrial UTN, su relación con los modelos curriculares y su evidencia a través de los proyectos finales de carrera. COINI Registro EdUTecNe Boletín N.º 116 ISBN 978-987- 1896-50-9. 2015, Argentina. Disponible en <[http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2015/trabajos/F001\\_COINI2015.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2015/trabajos/F001_COINI2015.pdf)>
- Confedi. Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina "libro rojo de confedi". Universidad FASTA Ediciones. Rosario. Argentina. 2018.
- Cortez, C., Nussbaum, M., Woywood, G. & Aravena, R. (2009). Learning to collaborate by collaborating: a face-to-face collaborative activity form measuring and learning basics about team work. Journal of Computer Assisted Learning, 25, 126-142. DOI:10.1111/j.1365- 2729.2008.00298.x
- Zabalza, M. (2007) "El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria". Conferencia. Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Santiago de Compostela. España. Disponible en < <https://ddd.uab.cat/pub/poncom/2007/71100/conferencia.pdf>>

# Evaluación del desarrollo de competencias en carreras de Ingeniería (UTN FRBB-FRN-FRSN)

## Evaluation of the development of competences in Engineering careers (UTN FRBB-FRN-FRSN)

Presentación: 15/10/2021

### Rafael Omar Cura

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

### Pablo Girón

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

### Ezequiel Krumrick

Facultad Regional Neuquén, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina  
ekrumrick@yahoo.com.ar

### María Mercedes Marinsalta

Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina  
mmarinsalta@gmail.com

### Lucía Sacco

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

## Resumen

La formación por competencias en las carreras de Ingeniería es un enfoque promovido en la actualidad. Equipos docentes de las Facultades Regionales de Bahía Blanca, Neuquén y San Nicolás de la Universidad Tecnológica Nacional conformaron un proyecto de investigación asociado (2021-2023) que estudia la evaluación del desarrollo de competencias genéricas y específicas de acuerdo con los nuevos perfiles de egreso promulgados en 2021 por el Ministerio de Educación. La investigación es evaluativa. En primer lugar estableciéndose resultados de aprendizaje y a partir de ellos realizar la evaluación inicial, de proceso y final de nivel de logros, luego el diseño de secuencias didácticas por competencias. El trabajo es por área de asignaturas en aulas virtuales y encuentros periódicos. Se presentan los avances de los equipos en el primer año de desarrollo.

**Palabras clave:** Formación por competencias, enseñanza en ingeniería, evaluación, trabajo colaborativo.

## Abstract

Competency training in Engineering careers is an approach promoted today. Teaching teams from the Regional Faculties of Bahía Blanca, Neuquén, and San Nicolás of the Universidad Tecnológica Nacional formed an associated research project (2021-2023) that studies the evaluation of the development of generic and specific competencies following the new graduation profiles promulgated in 2021 by the Ministry of Education. Research is evaluative. Learning results are established and based on these profiles, then initial, process, and final evaluations are carried out, and finally, the design of didactic sequences by competencies. The work is by subject area in virtual classrooms and periodic meetings. The progress of the equipment in the first year of development is presented.

**Keywords:** Competency training, engineering education, evaluation, collaborative work.

## Introducción

El Proyecto de Investigación y Desarrollo Asociado (PIDA) “Evaluación de la formación y el desarrollo de competencias en Ingeniería”, organizado en 2020 por equipos docentes de las Facultades Regionales de Bahía Blanca, Neuquén y San Nicolás de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRBB, FRN, FRSN), pretende evaluar la formación y el desarrollo de competencias durante el proceso educativo en espacios curriculares de cursado y fin de estudios de las carreras de Ingeniería participantes en el período 2021-2023. El mismo fue homologado por Disposición SCYT UTN 003/2021 bajo la denominación de PID TEAIBBB008191. Participan materias de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química e Ingeniería Civil y proyectos interdisciplinarios.

Este proyecto, tiene como referencia los resultados de Proyectos anteriores, realizados por equipos de UTN FRBB y su objetivo general es “Evaluar la formación y el desarrollo de competencias durante el proceso educativo en espacios curriculares de cursado y fin de estudios de carreras de ingeniería, participantes del PIDA.”

La educación basada en competencias supone, poner el eje en el estudiante y en las actividades que este realiza, más que en los contenidos y la transmisión de estos (CONFEDI, 2018: 18). En otras palabras, plantea metodologías pedagógicas donde se "busca centrar la enseñanza en las salidas (outputs), las habilidades y no en los inputs o contenidos" (Martínez Alonso et al., 2008: 42). El modelo de enseñanza basada en las competencias tiene en cuenta la concepción del aprendizaje significativo, basada en los postulados de Ausubel, entre otros, y los enfoques constructivistas actuales, que sostienen que las transformaciones que experimenta el estudiante son, en forma simultánea, tanto en el orden cognitivo como en su personalidad (Molina Álvarez, 2000: 13). El aprendizaje, desde este enfoque, es la base del desarrollo del alumno, entendiéndose como tal, al nivel de independencia que alcanza el mismo, producto de los conocimientos que adquiere y que le permiten estar mejor preparados para dar solución a cualquier situación problemática.

Este proyecto comprende una investigación socioeducativa orientada a la investigación evaluativa y de cambio. Para De la Orden, citado por Arnal et al. (1992: 123) este planteo implica la necesidad de la evaluación de un programa que comprende el diseño, implementación, criterios valorativos y juicios de valor y el proceso de valoración de los datos obtenidos. También, el PIDA está animado por el enfoque de investigación acción educativa, pues se busca estudiar en el marco del protagonismo de los investigadores de modo colaborativo y, así, enriquecer la práctica (Latorre, 2000: 56). La organización del trabajo de campo y el procesamiento de datos implica tres etapas complementarias: 1. Evaluación inicial de competencias. 2. Evaluación de la formación de competencias. 3. Evaluación final de competencias. La principal técnica que se emplea es la observación y registro del desempeño de los estudiantes, docentes y profesionales intervinientes en base a fuentes diversas, complementados con encuestas, entrevistas y relatos testimoniales cuando sea pertinente. Se dispone de datos cuantitativos y cualitativos.

## Desarrollo

El PIDA comenzó sus actividades a principios de este año, 2021, y seguidamente, se comentan las actividades que vienen desarrollando los docentes investigadores en sus asignaturas.

### **Facultad Regional San Nicolás**

En el primer cuatrimestre, el equipo trabajó sobre la Etapa 1 formulando metas y Resultados de Aprendizaje (RA), en cinco asignaturas y realizando una evaluación diagnóstica de competencias entre marzo-abril 2021, en el marco del Modelo Conceptual y Operativo de Formación por Competencias.

Las asignaturas intervinientes de la carrera de Ingeniería Mecánica son Sistemas de Representación de 1ero, Análisis Matemático II de 2do, Mecánica Racional de 3er, Elementos de Máquina de 4to y Proyecto Final de 5to año. Las tareas, a partir del análisis del programa de su asignatura en cuanto a los contenidos y saberes involucrados en las mismas, se dividió en etapas:

- Relación con las competencias genéricas y específicas de Egreso del Ingeniero (CONFEDI, 2018: 27).
- Formulación de la meta de la asignatura y la matriz de tributación de esta a las competencias del egresado.

- Redacción de los resultados de aprendizaje esperados para el año en curso.

En la asignatura **Sistema de Representación**, se considera que el desempeño de un Ingeniero Mecánico implica entre otras actividades el poder diseñar, proyectar y controlar los sistemas mecánicos. Para ello, una de las disciplinas de partida es Sistemas de Representación. Pertenece al grupo de las Ciencias Básicas de la Ingeniería y está ubicada en el Nivel I, dentro del Plan de estudio de la Carrera de Ingeniería Mecánica. Su régimen es anual y tiene una carga horaria semanal de 3 horas. Desde la asignatura, se establece como objetivo, insertar al estudiante de Ingeniería Mecánica, al mundo donde el dibujo de piezas o conjuntos de piezas es una competencia que deben desarrollar, ya que es a través de ella, que puede representar objetos existentes, desarrollar nuevos, innovando y compartiendo ideas, mediante el dibujo, un lenguaje universal.

Se destaca que esta asignatura sienta base desde Sistemas de Representación, para los trabajos que se realizarán en una asignatura posterior como lo es Diseño Mecánico, en la cual profundizarán los conocimientos adquiridos. Sistema de Representación presenta relación directa con la actividad reservada: *Diseñar, proyectar y calcular máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control.*

Para lograr, que el estudiante adquiriera las competencias necesarias, teniendo en cuenta la relación vertical y transversal con otras asignaturas, se definieron la meta de Sistemas de Representación y los resultados de aprendizaje (RRAA) como logros de los estudiantes al finalizar el cursado.

La asignatura **Análisis Matemático II** (AMII) es una asignatura incluida dentro de las Ciencias Básicas de la Ingeniería. Los descriptores de conocimientos correspondientes para el Ingeniero Mecánico, dentro de la estructura del plan de estudio son Cálculo diferencial e integral y Ecuaciones Diferenciales, conocimientos básicos conceptuales considerados en AMII. Pertenece al segundo nivel, es anual y tiene una carga de 5 horas semanales.

La primera de las actividades de los docentes de la cátedra ha sido analizar el vínculo de la asignatura con los Alcances del Título de la carrera de Ingeniería Mecánica, identificando la/las Actividades Reservadas, las Competencias Específicas y los Descriptores de Conocimiento vinculados con AMII [1]. Se ha identificado la misma Actividad Reservada del Ingeniero Mecánico que Sistema de Representación. Su interpretación y análisis permitió enriquecer los objetivos de la asignatura, definiendo objetivos relativos a la formación profesional:

- Contribuir con una metodología rigurosa para el análisis, modelización y resolución de problemas.
- Proponer actividades formativas de comunicación de saberes.
- Fomentar el desarrollo de capacidades para el efectivo trabajo en equipo.

Los docentes consideran relevante proponer instancias de enseñanza y de aprendizaje que permitan la articulación efectiva de las diversas capacidades consideradas en esta CG1. Por último, se establece el descriptor de competencias: la meta general de la asignatura y los resultados de aprendizaje (RRAA), como los desempeños esperados de los estudiantes al finalizar el cursado de AMII

**Mecánica Racional** es una asignatura considerada como una tecnología básica del bloque intermedio de la carrera Ingeniería Mecánica está vinculada con los descriptores de conocimiento “Mecánica teórica y mecanismos” y “Dinámica de sistemas mecánicos”. La misma comprende una serie de conceptos, modelos físicos y metodologías de la mecánica de Newton y Lagrange, que permiten el estudio de los cuerpos en movimiento y las causas capaces de alterar dichos movimientos. Siempre y cuando, estos cuerpos se mueven a velocidades muy pequeñas respecto de la velocidad de la luz y sus dimensiones son grandes comparadas con las dimensiones del átomo, el campo de aplicación que presentan las teorías y postulados trabajados en Mecánica Racional, permiten abordar prácticamente todos los problemas, que deban resolver en su vida profesional los Ingenieros Mecánicos, vinculados a cuerpos en movimiento bajo la acción de fuerzas. Esta idea, que puede parecer abstracta, en realidad es central, dado que si se considera la actividad reservada 1 del título antes mencionada. El primer paso para diseñar, calcular y proyectar una

máquina, una estructura o un sistema mecánico es determinar para cada cuerpo que lo compone, si se mueve, como se mueve, con que otros cuerpos interactúa y que fuerzas produce ese movimiento o esa condición de interacción, para luego entender y cuantificar los esfuerzos y sollicitaciones de cada parte de esa máquina, estructura o sistema mecánico y poder usar los conceptos y metodologías de otras áreas, como estabilidad y elementos de máquinas, para diseñar o calcular esos elementos.

**Elementos de Máquinas** es una asignatura del 4to nivel de la carrera Ingeniería Mecánica, es anual y tiene una carga de 5 horas semanales. Es del tipo Integradora, dado que se conjugan conocimientos y saberes de un conjunto de materias básicas tales como: Matemática, Geometría, Mecánica, Física, Química, Estabilidad, y otras más específicas, como por ejemplo el estudio de distintos tipos de materiales. Se fundamenta, mediante las herramientas básicas conocidas y las que se desarrollan en la asignatura, en el tratamiento y resolución de problemas reales asimilables al ámbito académico. Esto resulta muy útil para numerosas funciones que pueda desarrollar el futuro ingeniero en su vida profesional. Se incluyen en estas funciones ejecución de memorias de cálculos, diseño, selección de partes constitutivas de dispositivos, estructuras, equipos, etc., diseño propiamente dicho de los mismos, construcción y verificación.

Analizando lo antes mencionado se puede vincular a la asignatura “Elementos de Máquinas” con la Actividad Reservada 1 del Ingeniero Mecánico. Como consecuencia de la interpretación y análisis de la vinculación de la asignatura a la actividad reservada, y considerando los temas que se incluyen en su desarrollo, se redefinió la meta y se procedió a la elaboración de los resultados de aprendizaje.

La asignatura **Proyecto Final** es un ámbito donde el estudiante da el primer paso de su actividad profesional, dado que debe plasmar todas sus habilidades y conocimientos en un proyecto mecánico. Un proyecto es una actividad donde se destinan un conjunto de recursos y tiempo para lograr un bien tangible o no.

Durante el transcurso del año se pretende que cada estudiante ejecute la realización de un proyecto hasta la etapa de evaluación económica y determinación de la rentabilidad del mismo, contemplando los pasos de: estudio previo, anteproyecto, evaluación de alternativas técnicas y económicas, selección de solución hipotética, diseño del equipo o instalación, selección de materiales, piezas y/o componentes, ejecución de memoria de cálculos, documentación de proyecto (informe, manuales y planimetría) y evaluación económica. Quedando sólo fuera de alcance, normalmente la parte de ejecución. Teniendo en cuenta este enunciado se elabora la meta de la asignatura y los resultados de aprendizajes.

A lo largo del tiempo trabajado, cada docente analizó la matriz de tributación de su asignatura, donde se presenta la relación entre los aportes de los RRAA de las asignaturas a las Competencias de Egreso, tanto Específicas como Genéricas. Antes de seguir trabajando, se consideró construir una nueva matriz en la que figuraran los aportes de las cinco asignaturas y así realizar una mirada de la contribución a las competencias en las que cada una forma y en qué nivel, lo cual permita una revisión de lo realizado para la mejora continua.

## **Facultad Regional Bahía Blanca**

Las asignaturas participantes iniciaron la Etapa 1 estableciendo relaciones con los nuevos Perfiles de Egreso de las Ingenierías y actualizando la matriz de tributación de competencias realizada años anteriores.

Las Comisiones 13, 14 y 16 de **Ingeniería y Sociedad** acordaron seis RA para 2021. El RA 5. señala: “Analiza el enfoque del Desarrollo Sustentable desde la perspectiva de la Ingeniería para el desarrollo endógeno según la producción industrial de la región” y fue elegido para estudiar el desarrollo de competencias involucradas. La actividad consistió en presentar en equipo una línea de tiempo con un aporte de la Ingeniería al desarrollo a lo largo de la historia. Posteriormente, en base al Formulario 2 se diseñó una actividad grupal de estudio y exposición con herramientas digitales por la virtualización, sobre Desarrollo Sustentable y Problemas Sociales Contemporáneos. Ello permitió apreciar el nivel de logro de las competencias involucradas en el RA 5 con el empleo de

autoevaluaciones y rúbricas de evaluación. Finalmente, se consideró pertinente evaluar el nivel de integración final con un trabajo individual y de producción original sobre los principales temas del cursado.

La asignatura **Ingeniería Mecánica II**, además de la matriz de tributación, diseñó actividades para estudiar el desarrollo competencias presentes en el eje de saberes “Principales Problemas Básicos de la Ingeniería Mecánica” como: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería; utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería; desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; comunicarse con efectividad. El RA 1 señala: “Obtiene y aplica las ecuaciones y curvas cinemáticas y dinámicas del movimiento de un mecanismo biela-manivela para comprender el funcionamiento de un motor de cuatro tiempos de combustión interna, que se desempeña según el ciclo Otto”. En base al mismo y al RA2, los estudiantes en equipos efectuaron una presentación, que debieron ser mejoradas en su mayoría, y posteriormente ser fundamentadas en una exposición personal.

**Tecnología de la Construcción**, de 3er. año de Ingeniería Civil es asignatura integradora y articula saberes conceptuales y aplicados. Estableció la matriz de tributación y se reorientó al nuevo Perfil de Egreso. Buscó trabajar sobre las competencias establecidas, pero en 2020 y 2021 no se pudieron realizar los trabajos de observación, registro y presentación de obras. Se apeló a la investigación sobre construcciones emblemáticas de gran magnitud de nuestro país construidas en la segunda mitad del siglo XX. Se estudió la tipología y los alcances de sus usos, la identificación y/o descripción de la tecnología utilizada en su construcción, ello, en relación con cada ítem del programa. Se efectuaron exposiciones grupales con análisis interactivos empleando herramientas digitales, con buen desempeño y, en general, se evidenció un aceptable nivel de desarrollo de las competencias elegidas.

Los **Proyectos de UDITEC**, Unidad de Desarrollo Industrial y Tecnológicos de UTN FRBB, en el Parque Industrial de la ciudad comenzaron a ser estudiados desde las tres etapas del PIDA en términos de apreciar las competencias que se desarrollan en los mismos y qué características adquieren en su formación. Los becarios participantes analizan dicho proceso adecuando los instrumentos del trabajo de campo y también el estudio de las Prácticas Profesionales Supervisadas, según la carrera de Ingeniería.

### **Facultad Regional Neuquén**

De acuerdo con el plan de trabajo, se completaron los formularios correspondientes a la tributación a la carrera de Ingeniería Química de cada materia involucrada en la investigación, se propusieron entre cinco y siete resultados de aprendizaje y se identificaron los resultados de aprendizaje iniciales, necesarios para realizar el diagnóstico de competencias al comenzar las cursadas. Participan las asignaturas de **Fenómenos de Transporte, Operaciones Unitarias II, Integración IV y Proyecto Final**.

Todas las asignaturas han avanzado en la etapa 1 con la elaboración de la matriz de tributación, la orientación de cada materia hacia el nuevo Perfil de Egreso y con la evaluación inicial de las competencias del RA elegido para este año. Si bien la mayoría de los docentes aplicaba métodos de aprendizaje centrados en el alumno en mayor o menor medida, el hecho de participar en esta investigación específica ha contribuido enormemente a repensar y rediseñar el abordaje de los temas y la manera en que se presentan a los estudiantes. Algunos cambios ya se incorporaron en el desarrollo de las asignaturas en el corriente año y otros se agregarán para próximos ciclos lectivos. En el caso puntual de Fenómenos de Transporte, uno de los cambios incorporados es el reemplazo de ejercicios genéricos por problemas reales de tipo abierto, que los estudiantes analizan, discuten y exponen en grupos y para toda la clase.

### **Conclusiones**

La formación en las carreras de Ingeniería requiere evolucionar hacia sistemas que articulen con el ejercicio de la profesión con sólidas bases disciplinares. La formación por competencias guarda dicho enfoque. El trabajo colaborativo que se viene desarrollando evidencia gran interés y

compromiso por los integrantes, buscando tener impacto en sus prácticas formativas. Se aspira a contactarnos con equipos similares.

## Referencias

- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). Investigación educativa. Labor, p. 123. Barcelona.
- CONFEDI. (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina: Libro Rojo de CONFEDI. CONFEDI, Rosario.
- Kowalski, V.; Posluszny, J.A.; López, J.L.; Erck, I.M.; Enriquez, H.D. (2016). Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino? En Revista RADI, Año V, Vol 7.
- Latorre, A. (2000). Investigación acción: conocer y cambiar la práctica educativa. Narcea, Madrid.
- Martínez Alonso, G. F.; Garza, J. A. y Portuondo Padrón, R. (2008). El currículo basado en competencias y su implementación en cursos de ingeniería. Ingenierías, XI (41), 40-50.
- Molina Álvarez, A. T. (2000). Problemática actual de la enseñanza de la ingeniería: una alternativa de solución. Ingenierías, III (7),10-15.

# Diseño y evaluación de una ACNP de Química General asociados al uso de taxonomías

## Design and evaluation of an NCCA of General Chemistry associated with the use of taxonomies

Presentación: 30/09/2021

**Mauren Fuentes Mora<sup>a</sup>, Vanina Mazzieri<sup>b</sup>, Nicolás Carrara, Santiago Cabrera, Lucía Giuliani**

Departamento de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610, S3004EWB Santa Fe, Argentina

<sup>a</sup>Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR (CONICET-UTN) - Avellaneda 3657 (3000) Santa Fe, Argentina <sup>b</sup>Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica INCAPE CONICET, Colectora Ruta Nacional 168 Km 0, Predio CONICET Dr. Alberto Cassano, Santa Fe, Argentina

\*mfuentes@frsf.utn.edu.ar

### Resumen

Se diseña y evalúa taxonómicamente una actividad complementaria no presencial (ACNP) que integra conocimientos de Química General con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta asignatura del ciclo básico y fomentar la formación de competencias genéricas de egreso en estudiantes de las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Santa Fe, UTN; entre ellas: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad. Se presentan los resultados de la ACNP, desarrollada en forma grupal vía Campus, diseñada para ser evaluada por taxonomía de Bloom y parcialmente por taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes. Según el método de Bloom, se obtuvo un promedio de 84,29% de respuestas correctas. En cuanto a las preguntas cuya resolución admitía una evaluación usando el método SOLO, el 29,28 y 70,72% de los estudiantes mostraron un aprendizaje profundo y superficial, respectivamente.

**Palabras clave:** Evaluación taxonómica, actividad complementaria no presencial, integración de conocimientos, rúbrica

### Abstract

A non-classroom complementary activity (NCCA) is designed and taxonomically evaluated that integrates knowledge of General Chemistry in order to improve the teaching and learning processes of this basic cycle subject and promote the formation of generic graduation competencies in students of the careers Engineering from the Facultad Regional Santa Fe, UTN; among them: identifying, formulating and solving engineering problems, performing effectively in work teams, and communicating effectively. The results of the NCCA are presented, developed in group form via Campus, designed to be evaluated by Bloom's taxonomy and partially by SOLO taxonomy, an acronym for Structured of the Observed Learning Outcomes. According to Bloom's method, an average of 84.29% of correct answers was obtained. Regarding the questions whose resolution allowed an evaluation using the SOLO method, 29.28% and 70.72% of the students showed deep and superficial learning, respectively.

**Keywords:** Taxonomic evaluation, non-classroom complementary activity, knowledge integration, rubric

## Introducción

En nuestro entorno de trabajo, Unidad de Docencia Básica (UDB) de Química, Facultad Regional Santa Fe (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se considera la evaluación como una instancia más de aprendizaje, como un instrumento que favorece los procesos de metacognición y ofrece retroalimentación informativa.

A través de actividades complementarias no presenciales, realizadas en forma grupal y con un alto grado de autonomía, se pretende promover la autoevaluación y la evaluación entre pares de forma auténtica, asociando a los estudiantes en la definición de criterios. La idea es evaluar capacidades y conocimientos que el estudiante pone en juego en una situación problemática concreta, demostrando que es capaz de resolverla. Es una oportunidad para que el estudiante haga visible su aprendizaje.

Existen distintos tipos de capacidades y saberes que los estudiantes tienen que lograr por lo tanto no pueden ser evaluados de una única manera. Si se utiliza un solo instrumento de evaluación, se estará evaluando solamente una forma de producción del conocimiento. La investigación muestra que el estudiante adecua su estudio a la modalidad con la que va a ser evaluado.

Para evaluar se debe dar cuenta de criterios públicos y compartidos, se debe realizar la búsqueda de evidencias de aprendizajes y utilización de datos. Los criterios de evaluación que conducen a la construcción de juicios de valor sobre lo que se evalúa, así como la asignación de calificaciones muestran una gran variabilidad entre los profesores, son referentes de las competencias /capacidades, ayudan a diseñar la enseñanza y permiten diseñar asistentes para evaluar. Entre los criterios se pueden mencionar: la capacidad para resolver problemas (identificar, analizar, construir criterios, aplicar conocimientos ante situaciones específicas, tomar decisiones y valorar posibles riesgos) y la capacidad para tomar decisiones (actuar ante diversas situaciones de forma proactiva, apoyándose en información relevante que facilita la identificación, comprensión, evaluación y asunción de ciertos riesgos en situaciones de incertidumbre, eligiendo la mejor alternativa, mediante la consulta a las fuentes más adecuadas, contrastándolas e integrándolas).

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

El desafío de este trabajo consiste, entonces, en diseñar y evaluar taxonómicamente una experiencia de aprendizaje en un entorno de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la que el estudiante pueda, desde sus formas de ver y comprender la realidad, construir nuevos aprendizajes significativos y formular y aplicar soluciones a distintas situaciones problemáticas, relacionando contenidos de Química General, una asignatura del ciclo básico. Se trabaja con alumnos regulares de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial, Civil y Sistemas de la Información.

## Desarrollo

En este trabajo se ha diseñado una ACNP considerando previamente el uso de diferentes taxonomías para el análisis y evaluación de las producciones de los estudiantes: taxonomía de Bloom (1956) (Anderson y Krathwohl, 2001; Churches, 2007) y taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005).

Bloom desarrolló una jerarquía de los objetivos educativos que se querían alcanzar con el alumnado, dividiéndolo en tres ámbitos: cognitivo, afectivo y psicomotor. En el 2001, Lorin Anderson y David R. Krathwohl, antiguos alumnos del propio Bloom, revisaron su trabajo; hasta llegar a la actualización de Andrew Churches (2007) para la era digital. Esta última revisión no cambia los niveles de la taxonomía ni en orden ni en denominación, simplemente la enriquece introduciendo una serie de aprendizajes propios de los nuevos tiempos. La taxonomía de Bloom se basa en que las operaciones mentales pueden ser clasificadas en distintos niveles de complejidad. A los docentes les facilita secuenciar las actividades y a los estudiantes les ayuda a tener mayor

consciencia de su aprendizaje. Se trabaja el pensamiento crítico y reflexivo y aumenta la capacidad de analizar y evaluar, esto ayuda a que el conocimiento sea más duradero, los alumnos encuentran la forma de crear su propio conocimiento.

En la versión actual se establecen seis niveles: 1) Recordar: Recordar hechos/datos sin necesidad de entender. Se muestra material aprendido previamente mediante recuerdo de conceptos básicos, pero esto no sugiere que los estudiantes hayan entendido el material. 2) Comprender: Abarca la capacidad del estudiante de comprender la información que recibe (hechos e ideas), las relaciones entre datos, los criterios fundamentales, pero no va más allá. 3) Aplicar: Resolver problemas mediante conocimientos adquiridos previamente, en este nivel se requiere usar abstracciones en hechos particulares y concretos, y la cantidad de elementos nuevos en el ejercicio es mayor. 4) Analizar: Examinar y descomponer la información en partes identificando los motivos o causas, realizar inferencias y encontrar evidencias que apoyen las generalizaciones. Al llegar a este nivel, el estudiante puede separar un problema en diferentes secciones, comprender las relaciones que existen entre ellas y utilizar su pensamiento crítico. 5) Evaluar: Justificar, comparar, presentar y defender opiniones realizando juicios sobre la información, la validez de ideas o la calidad de un trabajo basándose en una serie de criterios. 6) Crear: Cambiar o crear algo nuevo. Recopilación de información de una manera diferente combinando sus elementos en un nuevo modelo, o proposición de soluciones alternativas.

En general, Bloom permite crear evaluaciones, evaluar la complejidad de las tareas, aumentar la dificultad de un examen, simplificar una actividad para ayudar a personalizar el aprendizaje, diseñar una evaluación sumativa, y planificar el aprendizaje basado en proyectos.

Por su parte, la taxonomía SOLO permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede evaluar, de modo sistemático, cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas, haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener resultados de aprendizaje):

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

- Entendimiento profundo: IV) Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución, al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante. V) Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios.

Nuestra propuesta es combinar las dos taxonomías a través de rúbricas de evaluación que permitan medir el qué (con Bloom) usando diferentes niveles para obtener el “cuánto” (con SOLO). Sólo así tendríamos una evaluación precisa a través de resultados de aprendizaje que concreten los niveles de desempeño de las competencias previstos en un diseño de acción formativa. Si los objetivos generales, las competencias a desarrollar, sus resultados de aprendizaje y la forma de evaluar están alineados y además se emplean las dos dimensiones que abordan Bloom y SOLO, el aprendizaje tendrá que diseñarse como una experiencia global en el que la evaluación sea un proceso natural durante el aprendizaje.

La ACNP está basada en ocho (8) preguntas que responden a las categorías de Bloom tal como se muestra en la Tabla 1. En esta Tabla se muestran los resultados de respuestas correctas obtenidos para cada una de las carreras de Ingeniería. En total se evaluaron 117 grupos formados por tres o cuatro estudiantes. En forma general, las

preguntas P(f) y P(g), de mayor nivel de complejidad, fueron respondidas correctamente en un 47,86% y 76,06%, respectivamente.

Categoría Bloom	Actividad Respuestas correctas/Total		Industrial (16 grupos)	(%)(117 grupos)
	Civil (35 grupos)	Mecánica Eléctrica I.S.I. (26 grupos) (10 grupos) (30 grupos)		
Recordar	P(a): Enumerar propiedades de sólidos cristalinos y amorfos	34 25 10 30	14	96,58
Recordar	P(b): Definir concepto de disolución y componentes	35 25 10 30	14	97,43
Comprender	P(c): Clasificar sustancias simples o compuestas	33 25 10 30	15	96,58
Aplicar	P(d): Formular compuestos	32 25 9 30	14	94,01
Analizar	P(e): Definir propiedades de las sustancias luego de observación de experiencias	20 25 9 30	6	76,92

Evaluar P(f): Clasificar los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e indicar fuerzas intra e inter unidades estructurales en función de lo observado

Evaluar P(g): Explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica en función de lo observado

Crear P(h): Proponer sustancias alternativas asociadas a los modelos: Iónico, Metálico, Atómico y Molecular.

13 16 7 14 6 47,86 27 21 9 20 12 76,06 25 25 10 30 14

88,88

**Tabla 1:** Rúbrica para la evaluación por taxonomía de Bloom. Respuestas correctas por pregunta y por carrera.

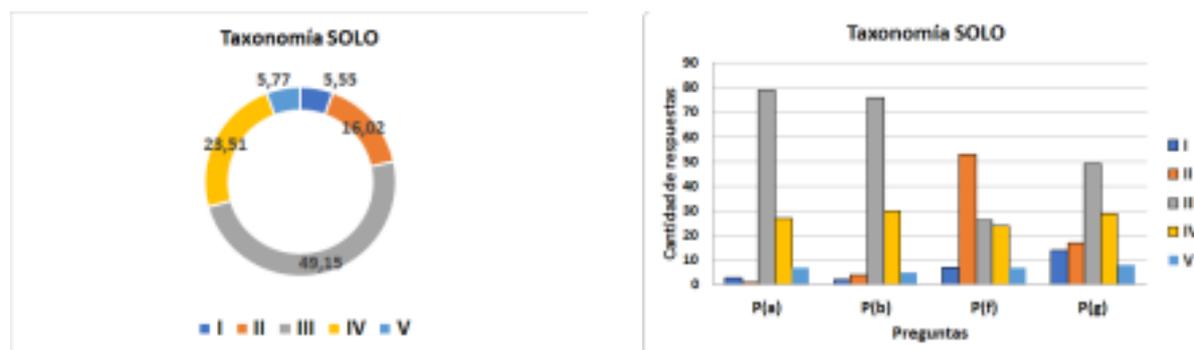
En la rúbrica de Tabla 2 se describen los criterios y resultados de la evaluación de las preguntas P(a), P(b), P(f) y P(g) usando SOLO, cuyas respuestas elaboradas permiten discriminar niveles taxonómicos. La rúbrica permite organizar la información, ponderar la participación del estudiante y ofrecer una retroalimentación luego de calificar. Además de calificar el resultado, permite calificar las estrategias que utilizó el estudiante (Blanco, 2008).

En la Figura 1 se muestra la distribución por niveles de taxonomía SOLO para cada una de las preguntas (a, b, f, g) como resultado general de todas las carreras. Con este método se discrimina la calidad de respuesta alcanzada (grises) dentro de lo que originalmente, en una especie de blanco o negro, se había obtenido usando taxonomía de Bloom.

Categoría SOLO	Criterios Civil Mecánica	Eléctrica	I.S.I	Industrial
I	P(a): No enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos 1 1	0	0	1
	P(b): No define el concepto de disolución y sus componentes 0 1	0	0	1
	P(f): No clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) 2 4 ni indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales	0	0	1
	P(g): No consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica 6 4	0	3	1
II	P(a): Enumera propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero algunas son erróneas o están incompletas 0 0	0	0	1
	P(b): Define parcialmente el concepto de disolución y sus componentes, o confunde el criterio sobre los componentes 3 0	0	0	1
III	P(f): Tuvo dificultades en clasificar correctamente alguno de los sólidos o en identificar las fuerzas intra e inter unidades estructurales 20 6	3	16	8
	P(g): No consigue explicar bien alguno de los dos procesos (la formación de una disolución o la capacidad de conducción de la corriente eléctrica) 3 1	0 6	10 22	3 11
IV	P(a): Enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, pero sin argumentar 25 15	9	18	11
	P(b): Define el concepto de disolución y sus componentes, pero sin argumentar 25 13			

	<p>P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos), 2 7 indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, pero sin argumentar</p> <p>P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la 16 10 capacidad de conducción de la corriente eléctrica, pero sin argumentar</p> <p>P(a): Enumera las propiedades de sólidos cristalinos y amorfos, y ofrece 6 8 un argumento simple (ej. imágenes de estructuras de sólidos)</p>	2	8	7
	<p>P(b): Define el concepto de disolución y sus componentes, y ofrece un 5 10 argumento simple (ej. tipos de disoluciones)</p>	1	11	3
	<p>P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e 5 9 indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, y ofrece un argumento simple (ej. descripción de modelos)</p>	5	5	0
	<p>P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la 6 7 capacidad de conducción de la corriente eléctrica, y argumenta simplemente uno (o ambos) procesos</p>	1	10	5
V	<p>P(a): Suma un argumento ampliado sobre las propiedades de sólidos 3 2 cristalinos y amorfos, va más allá de la teoría estudiada en clase, cita ejemplos.</p>	0	2	0
	<p>P(b): Además de definir los conceptos de disolución y sus componentes, 2 2 ejemplifica sobre tipos de disolución y características termodinámicas.</p>	0	1	0
	<p>P(f): Clasifica los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) e 6 0 indica las fuerzas intra e inter unidades estructurales, con amplios argumentos en cuanto al tipo de modelo y las fuerzas involucradas.</p>	0	1	0
	<p>P(g): Consigue explicar el proceso de formación de una disolución y la 4 4 capacidad de conducción de la corriente eléctrica, y argumenta ampliamente ambos procesos (ej. interacciones entre los componentes de una disolución, presencia de electrolitos para que conduzca la corriente)</p>	0	0	0

**Tabla 2:** Rúbrica para evaluación por taxonomía SOLO. Preguntas (a), (b), (f) y (g).



**i) ii) Figura 1:** Resultados generales de la taxonomía SOLO: i) por preguntas (a, b, f, g); ii) promedio (a, b, f, g).

Como se puede observar, la pregunta P(f) relacionada con la clasificación de los sólidos (iónicos, metálicos, moleculares o atómicos) y las fuerzas intra e inter unidades estructurales, determinada con Bloom como la de mayor nivel de dificultad, muestra a través de SOLO un aprendizaje superficial uniestructural con resoluciones incompletas de la tarea. En general, un 70,72% y 29,28% de las respuestas denotan un aprendizaje superficial (I,II,III) y profundo (IV,V), respectivamente.

## Conclusiones

Se puede concluir que aunque Bloom representa el proceso de aprendizaje en sus diferentes niveles, el proceso de aprendizaje se puede iniciar en cualquier punto y los niveles taxonómicos más bajos estarán cubiertos por la estructura de la tarea de aprendizaje. Con la taxonomía SOLO, tanto estudiantes como educadores pueden profundizar en el conocimiento, además de tener la ventaja para el profesor de conocer el nivel real del alumnado y guiarle a través del proceso de aprendizaje. Tiene mayor aplicación en la enseñanza universitaria y es una gran herramienta que ayuda a clasificar los aprendizajes esperados desde los niveles más concretos y cuantitativos, a los niveles más abstractos, cualitativos y complejos, es además una teoría sobre la enseñanza y el aprendizaje que proporciona retroalimentación. En el diseño de la ACNP propuesta se ha previsto la taxonomía de evaluación a usar en cada pregunta para que, en forma complementaria, se pudiera cuantificar y clasificar tanto el aprendizaje como las competencias puestas en juego. En general, se obtuvo un promedio de 84,29% de respuestas correctas (Bloom) en toda la ACNP, y un 29,28% de aprendizaje profundo en las preguntas evaluadas por SOLO. Con esta experiencia se intentó construir nuevos aprendizajes significativos en los estudiantes, en la formulación y aplicación de soluciones a distintas situaciones problemáticas, de manera que pudieran desempeñarse y comunicarse en forma efectiva en equipos de trabajo.

## Referencias

- Anderson, L.W. y D. Krathwohl (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Blanco, A. (2008). Las rúbricas son un instrumento útil en la evaluación de competencias. En Prieto, L. (Coord.), Blanco, A., Morales, P. Y Torre, J.C. *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Barcelona: Octaedro-ICE de la Universidad de Barcelona.
- Bloom, Benjamin S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York ; Toronto: Longmans, Green and Co.
- Churches, A. (2007). *Educational Origami, Bloom's and ICT Tools*. Disponible en <http://edorigami.wikispaces.com/Bloom's+and+ICT+tools>

# Evaluación de aprendizajes en Termodinámica: innovaciones en tiempos de pandemia

## Learning assessment in thermodynamics: innovations in pandemic

Presentación: 15/10/2021

### Brenda A. Weiss

Cátedra Termodinámica y Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

brenda.weiss@uner.edu.ar

### Alejandro R. Gorosito

Cátedra Termodinámica y Grupo de Investigación y Desarrollo en Enseñanza de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

alejandro.gorosito@uner.edu.ar

### Mariano Ramonell

Cátedra Termodinámica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

mariano.ramonell@uner.edu.ar

### Diego M. Campana

Cátedra Termodinámica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

diego.campana@uner.edu.ar

## Resumen

La cátedra Termodinámica, asignatura cuatrimestral del tercer año de la carrera de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UNER, se encuentra implementando cambios en las estrategias de enseñanza y evaluación, implementando metodologías centradas en el estudiante. En este trabajo se comparan datos estadísticos relevantes del primer cuatrimestre de 2019 y 2020, con la particularidad de que los contextos en ambos cuatrimestres cambiaron por causa de la pandemia COVID-19. Así, aprovechando el uso intensivo de TIC que la cátedra ya venía realizando, se modificaron y adaptaron contenidos teóricos, trabajos prácticos de laboratorios y hasta la metodología de evaluación de aprendizajes. Fue un desafío tanto para el equipo docente como los y las estudiantes, pero los resultados de las encuestas al finalizar el cuatrimestre fueron altamente muy positivos. Esto nos entusiasma a continuar proponiendo innovaciones bajo un paradigma de continua reflexión y mejora de nuestras prácticas.

**Palabras clave:** competencias, evaluación formativa,

## Abstract

The team of Thermodynamics, a semestral course of the third year of the Bioengineering career of the Faculty of Engineering of the UNER, is implementing changes in teaching and evaluation strategies, directed to student-centered methodologies. In this paper we compare relevant statistical data from the first semestral period of 2019 and 2020, with the particularity that the contexts in both periods changed due to the COVID-19 pandemic. Thus, taking advantage of the intensive use of ICT that the team was already using, theoretical contents, practical laboratory work and even the learning assessment methodology were modified and adapted. It was a challenge for both the teaching team and the students, but the results of the surveys at the end of the term were highly positive. This encourages us to continue proposing innovations under a paradigm of continuous reflection and improvement of our practices.

**Keywords:** competency-based learning approach, formative assessment

## Introducción

La comunidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos viene llevando a cabo un trabajo sostenido en cuanto a la perspectiva pedagógica de nuestras propuestas educativas. En 2019 se acordó el Perfil Pedagógico del Docente de la Facultad de Ingeniería de la UNER (FIUNER, 2019). En este documento se propone la implementación de un modelo de enseñanza centrado en el estudiante, orientado al desarrollo de competencias, entendidas éstas como saberes integrados en acción, y basado en la participación activa de los estudiantes.

“El docente favorece el desarrollo de competencias cuando despliega una serie de dispositivos que involucran al alumno activamente o crea situaciones en la cuales se aprende haciendo, apelando al conocimiento y a la reflexión en la acción” (Abate y Orellano, 2015). Si las actividades y la participación activa de los estudiantes son centrales, el rol del docente debería ser el de guía, mediador, promotor de aprendizajes. Un modelo basado en el desarrollo de competencias necesariamente implicará un modelo educativo basado en la actividad de aprendizaje (Gros, 2011) y que tenga al estudiante como protagonista (Sancho y Borges, 2011).

Al igual que Gros (2011), pensamos al aprendizaje como un proceso social, y que por lo tanto no será posible sin la interacción con los otros. Por esto, las actividades de aprendizaje que se proponen son mayormente colaborativas y son, al mismo tiempo, actividades de evaluación, “las dos caras de la misma moneda” que señala Gros (2011).

Termodinámica es una asignatura cuatrimestral de 3er año de la carrera de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UNER. Su programa incluye 7 unidades temáticas, en donde la última es fundamentalmente una aplicación de las 6 primeras.

Las actividades planteadas en la planificación están orientadas, principalmente, para hacer aportes al desarrollo de las siguientes competencias de egreso de los Bioingenieros, seleccionadas del “libro rojo” del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018):

### Genéricas

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Comunicarse con efectividad.
- Aprender en forma continua y autónoma.
- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

### Específicas

- Diseñar, calcular y proyectar instalaciones, equipamientos e instrumental de tecnología biomédica.
- Dirigir las actividades técnicas de servicios de esterilización.

En los últimos años se realizaron muchos cambios en el dictado de la asignatura, fundamentalmente en la metodología didáctica y de evaluación, algunos de los cuales nos prepararon en parte para el pasaje a la virtualidad que vivimos en estos últimos meses. Por ejemplo, durante los últimos años de dictado se incrementó el uso del aula virtual que teníamos como apoyo a la presencialidad. Mediante los foros se realizaban mensajes semanales para orientar o recordar las recomendaciones realizadas en clases presenciales. Todos los materiales necesarios para el cursado estaban en el aula virtual, como así también se explicitaban el programa, cronograma, condiciones de regularidad y promoción. También se ponían a disposición numerosos materiales complementarios o ampliatorios.

Si bien los docentes resolvemos problemas clásicos de termodinámica para desarrollar los temas, la actividad de los estudiantes se centra fundamentalmente en trabajos prácticos integradores y de laboratorio. Las entregas de

informes se realizaban también exclusivamente por tareas en el aula virtual, en donde se calificaba y se realizaban retroalimentaciones.

La metodología de evaluación en un contexto normal incluía evaluaciones formativas y sumativas. Cada unidad temática tiene un cuestionario de seguimiento en el Aula Virtual, de resolución individual y optativa, el cual se habilita junto a la unidad correspondiente. Estos cuestionarios no tienen límite de tiempo, tienen retroalimentación inmediata y habilitan múltiples intentos. El objetivo de los mismos es recolectar información sobre la situación en que se encuentran los y las estudiantes, para reforzar en clase los conceptos que han generado más dificultades.

Durante el cursado de Termodinámica se realizaban 4 trabajos prácticos (TP):

- El Trabajo Práctico 1 (TP1) se desarrolla a lo largo del cuatrimestre e incluye una experiencia de laboratorio con un compresor de aire. A medida que se van desarrollando las unidades temáticas (desde la 1 a la 6) se solicita una actividad grupal vinculada a este TP. Para acceder a la regularidad este TP debe estar aprobado.
- El segundo TP involucra actividades vinculadas con las unidades 2 y 3, enmarcadas en la esterilización por vapor húmedo en autoclaves. También requiere estar aprobado para alcanzar la regularidad.
- El tercer TP, aborda el acondicionamiento de aire y el planteo del balance térmico en una incubadora neonatal. Este TP grupal requiere la presentación de un informe con una entrega parcial y la presentación oral mediante la técnica pechakucha. Esta técnica consiste en presentar 20 diapositivas en no más de 20 segundos cada una, requiriendo ensayos de la presentación y de cierta creatividad para el diseño de las diapositivas.
- El cuarto TP corresponde a la última unidad temática, la cual recupera conceptos desarrollados en unidades previas para aplicarlos a ciclos de refrigeración. Al igual que el tercer TP la calificación grupal se obtiene a partir de cumplir con varios requerimientos puestos a disposición mediante una rúbrica, teniendo un 20% de peso en la nota final de promoción.

En 2019 –mediante un proyecto de innovación e incentivo a la docencia- se implementó el desarrollo de la última unidad temática de la asignatura en modalidad virtual. Las clases presenciales que tradicionalmente se destinaban al desarrollo de esta unidad, pasaron a ser horas en que los docentes estábamos a disposición en la facultad por consultas y no se realizaban clases expositivas. Si los estudiantes lo deseaban, podían asistir en esos horarios y trabajar grupalmente en aula. En el aula virtual tenían una lección que los guiaba en un recorrido sugerido e incluía: introducción a cada subtema, recomendaciones de lecturas, ejemplos de problemas, preguntas para reflexionar, problemas a resolver.

Por último, quienes deseaban promocionar en forma directa la asignatura debían aprobar un parcial individual, integrador, escrito, con problemas cerrados, con un máximo de 3 horas de duración. Este parcial no incluye los temas evaluados en los trabajos prácticos 3 y 4. Aunque el parcial era presencial y se corregía en papel, las calificaciones se comunicaban a través del libro de calificaciones, eliminando el listado de notas publicadas en carteleras públicas.

De esta forma se ha presentado en forma breve el marco metodológico y criterios de evaluación usados antes de la pandemia. En la próxima sección detallaremos las experiencias y aportes realizados al comenzar el ASPO.

## Desarrollo y resultados

En el primer cuatrimestre de 2020, el cierre de la Facultad ocurrió la semana previa al segundo trabajo práctico. Docentes y estudiantes tuvimos que adaptarnos a la nueva modalidad y reorganizarnos. Así, decidimos no abordar el segundo TP, desarrollando esa unidad temática a través de contenidos teóricos y resolución de problemas.

Para implementar el tercer TP, decidimos utilizar documentos colaborativos de Google. Los docentes ingresábamos semanalmente a los documentos para ver el progreso, orientar, responder consultas, hacer preguntas complementarias o invitando a reflexionar sobre si tenían o no sentido los resultados o los razonamientos. Cabe señalar que la premisa al interior del equipo docente era: no explicar cómo se resuelve, sino guiarlos con preguntas

hacia la búsqueda de la respuesta. Cuando los estudiantes tenían dudas, hacían la consulta mediante un comentario y la asignaban a los docentes “arrobándolos”. Si bien durante el cuatrimestre se implementaron las tradicionales clases de consulta mediante la plataforma GoogleMeet, resultó que el tener todo el desarrollo disponible en el documento colaborativo simplificaba a los estudiantes preguntar y a los docentes responder.

Claramente esta estrategia fue muchísimo más demandante en tiempo para los docentes que la simple entrega de un informe final. Sin embargo, llegada la instancia de entrega final, casi la totalidad de los grupos ya habían demostrado en el documento que comprendían los temas, y sus trabajos estaban aprobados. En la mayoría de estos grupos no se requirió la instancia final de defensa oral.

Por último, el mayor cambio se implementó en la evaluación parcial para la promoción total de la asignatura, la cual pasó a ser grupal y con problemas semi-abiertos. La mayoría de estos problemas estaban vinculados a la profesión, tenían enlaces para ver videos o documentación técnica, e invitaban a realizar búsquedas en internet.

En el primer cuatrimestre hubo 9 grupos de trabajo, por lo que fue necesario elaborar nueve (9) problemas distintos. Cuando decimos elaborar, nos referimos a problemas que no encontrarían en un libro o solucionario. Adicionalmente, se tuvo que contemplar la diversidad en los grupos, que tenían entre 2 y 5 integrantes. Para resolver el parcial los estudiantes disponían de 48 horas y trabajaron utilizando documentos colaborativos de Google. Posteriormente se realizó una instancia de defensa oral con cada grupo en donde los docentes realizaron preguntas a cada integrante para completar el proceso de evaluación. La nota individual final de promoción tiene una componente grupal (evaluada a través de la producción colaborativa) y otra individual (obtenida de la instancia de evaluación oral).

Al comparar los resultados del cursado con su contraparte presencial (ver figura 1), se aprecia que en 2020 ningún estudiante quedó libre por evaluación; es decir, todos los estudiantes aprobaron los TPs que son requeridos para la regularidad. Todos los cuatrimestres hay estudiantes que se inscriben por SIU Guaraní pero que no inician el cursado; a estos estudiantes se los señala como libres por inasistencia. Cabe aclarar que en el primer cuatrimestre de 2020 no se tomó asistencia en ningún encuentro y al comparar con su contraparte del 2019, durante el 2020 se observó una mejora en el porcentaje de promoción directa y una reducción en el porcentaje de alumnos regulares.



Figura 1- Resultados del cursado en primer cuatrimestre de 2019 y primer cuatrimestre de 2020.

Para recabar información acerca de cuál fue la experiencia de cursado por los y las estudiantes, se realizó una encuesta al final del cuatrimestre que fue respondida por el 46% del curso; es un número considerable teniendo en cuenta que, en promedio sólo el 30% de los y las estudiantes suele responder esta encuesta.

La totalidad de los encuestados respondieron que: las exigencias planteadas durante el cursado fueron razonables; que la metodología de trabajo y las actividades propuestas fueron adecuadas y les permitieron seguir el curso; que el tiempo para entender y asimilar los contenidos fue adecuado; y que las evaluaciones fueron coherentes con los objetivos y actividades planteadas a lo largo del curso. Además, señalaron que: los canales de comunicación establecidos durante el cursado virtual y las orientaciones brindadas fueron suficientes y apropiados; que la diversidad de materiales para aprender fue apropiada; y que las correcciones de las actividades fueron oportunas y me sirvieron para aprender.

Sobre los trabajos prácticos y su evaluación, el 100% de encuestados respondieron que: son desafiantes, interesantes y motivadores; facilitan la comprensión e integración de los conceptos abarcados; promueven el trabajo en equipo; favorecen el desarrollo de habilidades de comunicación; y que la evaluación permite continuar aprendiendo.

Además, el 93% de encuestados respondieron que los trabajos prácticos y su evaluación: promueven la toma de decisiones y la autoevaluación; promueven la reflexión acerca del impacto ambiental, social, económico de la actividad profesional.

La totalidad de las y los estudiantes encuestados respondieron que los docentes: han tenido buena predisposición para responder preguntas y han motivado a los alumnos para que las realicen; han estado adecuadamente disponibles para consultas fuera de las horas de clase; los asesoraron adecuadamente en cuanto al uso de recursos tecnológicos, y que les gustaría cursar otra materia con el equipo docente de Termodinámica.

Comentarios y sugerencias:

*“Me gustaron mucho los trabajos prácticos, en especial el de la incubadora, ya que en este aplicamos los conceptos de termodinámica y a la vez lo que es la bioingeniería, para poder motivarnos y seguir con lo que nos gusta.”*

*“El parcial me gustó muchísimo, ya que también abarcaba la bioingeniería y lo que es la termodinámica. Era un parcial que tenías que pensar, interpretar, analizar, fue muy desafiante, nos hizo trabajar mucho en equipo, pero fue un beneficio, realmente entendimos muchísimas cosas, que a lo mejor en los trabajos prácticos no quedaron del todo claras.”*

## Conclusiones

El equipo de cátedra considera que nuestra propuesta educativa está en línea con las ideas clave señaladas por Schwartzman et al. (2014) para el diseño de propuestas pedagógicas que incluyan tecnologías:

- la actividad como eje
- la centralidad de las interacciones
- la generación de vínculos entre los participantes
- el rol del docente como guía y mediador
- la tecnología como territorio (ya no sólo un puente a través del cual se transmiten contenidos, sino que es el territorio donde ocurren el aprendizaje y las interacciones).

La modalidad empleada en la evaluación parcial representa mejor la forma en que los ingenieros trabajan: en equipo, a “internet abierta”, adoptando criterios, fundamentando las decisiones y finalmente, realizando una presentación de su trabajo y defendiendo su producción frente a sus pares.

Schwartzman et al. (2014) señalan que el diseño de propuestas educativas en línea “no es una herramienta prescriptiva, sino un marco de acción, una corriente que indica un flujo, pero sobre el cual es posible modificar, cambiar y, por lo tanto, cada nueva propuesta supondrá una identidad única”. Consideramos que nuestra propuesta

posee una "identidad única", especialmente si se tiene en cuenta que cada grupo es evaluado a partir de un problema distinto. Cada problema es diseñado teniendo en cuenta la conformación del grupo, su 'punto de partida', su evolución a lo largo del cursado. Los grupos más numerosos y con mejor desempeño durante el cursado reciben los problemas más complejos, porque entendemos que debe ser un desafío que motive a los estudiantes.

Realizar este tipo de evaluación parcial ha sido un desafío para los docentes pero, sin duda uno que vale la pena al ver la motivación que estos problemas y metodología han generado en los y las estudiantes.

La evaluación de todas las actividades propuestas -incluyendo el parcial- contempla que los estudiantes comprendan los contenidos mínimos (definidos por plan de estudio) y que hayan desarrollado las competencias para las cuales se planificó la propuesta. Claramente no todos los estudiantes serán expertos oradores -competencia "comunicarse con efectividad"- ya que no todos parten del mismo punto, sino que se evalúa el progreso y se realimenta acerca del desempeño.

Por último, que el 100% de los estudiantes haya señalado que la evaluación implementada permite seguir aprendiendo, es una muestra que el esfuerzo en realizar instancias de evaluación formativa es un trabajo valioso, tanto para estudiantes como para docentes.

## Referencias

- Abate, S.M. y Orellano, V. (2015): "Notas sobre el currículum universitario, prácticas profesionales y saberes en uso". Revista Trayectorias Universitarias, Vol 1, Nro 1.
- Gros, B. (2011): "El modelo educativo basado en la actividad de aprendizaje". En: Gros, B. (Ed.) Evolución y retos de la educación virtual. Construyendo el e-learning del siglo XXI. Capítulo 1. Barcelona: Editorial UOC, 13-26.
- FIUNER (2019): "Perfil Pedagógico del Docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos", Res. C.D. 353/19. Disponible en: <http://digesto.uner.edu.ar/documento.frame.php?cod=68882>.
- CONFEDI (2018): "Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina. "Libro Rojo" de Consejo Federal de Decanos de Ingeniería". Córdoba: Universidad FASTA Ediciones. Disponible en: <https://bit.ly/3kD539K>.
- Sancho, T. y Borges, F. (2011): "El aprendizaje en un entorno virtual y su protagonista, el estudiante virtual". En: Gros, B. (Ed.) Evolución y retos de la educación virtual. Construyendo el e-learning del siglo XXI. Capítulo 2. Barcelona: Editorial UOC, 27-50.
- Schwartzman, G.; Tarasow, F. y Trech, M. (2014): "Dispositivos tecnopedagógicos en línea: medios interactivos para aprender". En: Aprendizaje abierto y aprendizaje flexible: más allá de formatos y espacios tradicionales. Montevideo: ANEP-Ceibal.

# La evaluación formativa como elemento de retención en tiempos de pandemia

## Formative assessment as an element of retention in times of pandemic

**BENDER, Gustavo**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda - Buenos Aires - Argentina  
gussbender@gmail.com

**DEFAGO, Alejandra E**

Universidad de Buenos Aires– Ciclo Básico Común - Buenos Aires - Argentina  
gussbender@gmail.com

### Resumen

En este trabajo se presenta la reorganización de una cátedra completa de Física II de la Universidad Tecnológica Facultad Regional Avellaneda para acomodarse a la situación de pandemia. La reorganización se hizo teniendo en cuenta un modelo sistémico para analizar la actividad de los estudiantes y se basó en experiencias anteriores en las que el cambio en los modelos de evaluación resultó positivo para disminuir la deserción.

El cambio implementado consistió en poner al estudiante y sus actividades en el centro. Las clases se unificaron y se generaron diversidad de espacios de trabajo sincrónico, pero el cambio central consistió en el cambio de peso dado a las evaluaciones formativas semanales, con devoluciones personalizadas a los estudiantes. Estas pudieron llevarse adelante gracias a un tipo de cuestionario soportado por la plataforma Moodle.

Los resultados fueron altamente positivos, ya que comparados con años anteriores la deserción se mantuvo similar a las épocas prepandemia y los estudiantes se mostraron mucho más participativos y comprometidos con las tareas

Palabras Claves: Evaluación, deserción, tecnología, evaluación formativa

### Abstract

This paper presents the complete re-organization of a signature in order to accommodate the situation of pandemic. The reorganization was made taking into account a systemic model to analyze students' activity and was based on previous experiences in which the change in assessment models was positive to decrease dropout.

The change implemented consisted of putting the student and his activities at the center. Classes became unified and diversity of synchronous workspaces were created, but the prime modification consisted in changing the role given to weekly formative assessments, with personalized students feedback. These could be done because Moodle platforms supports formula type questions that allows personalizing feedback.

Results were highly positive, and in can be seen that drop out diminished compared to previous years and we could see much more participatory and committed students.

Keywords: Grading – Drop out - Technology – Learning strategies

## Introducción

Uno de los principales riesgos que se presentaron debido a la pandemia y al distanciamiento fue que los estudiantes, por falta de contacto con las instituciones y los profesores, no se sintieran “estudiantes”, que perdieran el sentimiento de “pertenencia institucional” que se sabe necesario para la permanencia en los primeros años de la universidad. De ser así la situación de pandemia podría agravar la problemática del desgranamiento en las primeras materias de la universidad, que es un tema que preocupa a docentes y autoridades desde hace mucho tiempo.

El problema de la pérdida de estudiantes debido a la pandemia se insertaría en el marco más amplio de los procesos de permanencia y abandono de la universidad. El interés académico por los fenómenos de la deserción, constatado por el incremento en el número de estudios al respecto, ha ratificado no tan sólo el consenso sobre la importancia de estos estudios, sino que se ha convertido en materia de controversia teórica y empírica.

En la bibliografía sobre el tema (Coulon, 1997; Fernández, 1983) hay dos formas de referirse al tema: en una de ellas se lo trata usando el término *drop out*, que tendría como equivalente directo el “no aparecer más o caerse del sistema”, término que alude a algo que hace el individuo, en el *drop out* el alumno deja de ser un estudiante, se desafilia material y afectivamente de la universidad. Pero este no es el único fenómeno, algunos textos se utiliza otro término que es “*student attrition*” (Martinez, 2002), que es el equivalente de desgaste, trituración o molienda de una cosa sobre otra, aludiendo todos ellos a un proceso de pérdida a de continuidad en el estudio que en caso de sostenerse y agravarse lleva al abandono. En todo caso, esta palabra parecería reflejar un esfuerzo por identificar el fenómeno de manera más bien descriptiva, evitando el uso de palabras con connotación valorativa establecida.

En nuestro caso, nos centraremos en una sola materia (Física) y no en la institución y al tratarse de una materia y no de una carrera no es nuestro interés diferenciar entre deserción o abandono, pero si separar estos del desgranamiento – más cercano al *student attrition*. La deserción o desgaste, en nuestro caso, se visualizaría a partir de la no participación del estudiante en las instancias de clase, ni de evaluación preprogramadas, a diferencia de la noción de abandono del sistema por voluntad del educando (Poiacina, 1983:22); que considera desertor al alumno que ha abandonado todo sistema escolar.

El desgranamiento, en general, ha sido visto tradicionalmente desde dos grandes perspectivas:

- a) Una visión “negadora” que no reconoce el problema como institucional ni como didáctico, sino que ha “naturalizado el fracaso de los alumnos” admitiendo la deserción (o desgranamiento) como una característica propia de los ingresantes y de las instituciones atribuible a factores puramente personales.
- b) Otras visiones lo han enfocado como problema social o institucional desde diversas perspectivas teóricas y metodológicas y desde esta mirada existen acciones que podrían revertirlo o disminuir su incidencia.

Dentro de este segundo grupo se inscriben algunos estudios que han continuado la línea de los iniciados por Tedesco (1983) y que han procurado determinar variables endógenas y exógenas ya sea a la institución o al alumno que fueran causantes ya del fracaso, ya de la deserción. Otros estudios como el de Coulon (1997) o los desarrollos de Teobaldo (2004) en Argentina han estudiado no solo la permanencia de los alumnos, sino que se han adentrado en la comprensión de los procesos de socialización universitaria entendiéndolos como un proceso que supone el pasaje por tres etapas (tomadas de Teobaldo 2004):

- el tiempo del extrañamiento, que implica para el estudiante el ingreso a un universo institucional desconocido;
- el tiempo del aprendizaje, en el que se desarrollan de procesos metacognitivos de adaptación y acomodación progresiva a las nuevas reglas institucionales;
- el tiempo de la afiliación, que implica el dominio de las nuevas reglas, para lo cual el estudiante debe efectuar un proceso de reconversión a fin de volverse “nativo” con respecto al nuevo nivel y a la institución a la que adscribe.

En el marco de la pandemia 2020, el periodo de extrañamiento se sostiene durante un tiempo prolongado ya que el conocimiento del mundo universitario se da de manera fragmentada a través de los espacios virtuales de cada materia y sin ámbitos de intercambio con pares que le permitan construir el sentido del estudio y de la pertenencia a un colectivo.

Nuestro estudio, se sitúa dentro de la línea de investigaciones que buscan incidir, desde los elementos de cada materia, para tratar de disminuir el desgranamiento, y nos hemos propuesto hacerlo poniendo al estudiante en el centro (invirtiendo el aula) a través del desarrollo de nuevas herramientas (virtuales) de intercambio entre profesores y estudiantes, tanto en lo que hace a recursos de enseñanza, como espacios de autoevaluación y retroalimentación personalizada (Anijovich, 2020)

ensamos que las retroalimentaciones personalizadas ayudan al ingresante universitario a reconocer sus logros y dificultades. De esa manera se le facilita comprender las nuevas reglas y regular los aprendizajes y los tiempos de estudio, de modo de llevar adelante procesos de adaptación y acomodación sean más efectivos y que no dependan de sus estrategias solitarias.

## El Contexto De La Situación Y El Marco De Análisis

La “adaptación” a la Universidad se vincula con la **participación y pertenencia a un sistema social y contextual de actividad** (Engeström, 1999). Este sistema es intencional y está orientado al estudio y por eso se lo llama sistema de “actividad de estudio”. Desde este punto de vista la actividad de estudiar, propia del quehacer estudiantil no debe ser vista como una actividad solitaria (o grupal) del estudiante (o estudiantes) sino como la participación en un sistema social, en el que hay reglas, acciones y sentidos que se construyen de manera colectiva, propias de toda actividad sistémica (Bender, Defago, 2020)

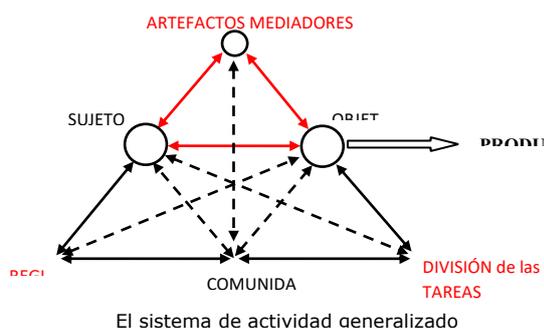
Se comprende que una “actividad” (de acuerdo a Leontiev citado en Davidov , 1999) asume un “producto” social, situado, cultural e histórico El fin hacia el cual se orienta la actividad de los participantes tiene un sentido que se constituye en “motivo/logro” ( *motive* en la versión original en inglés de Engeström,1997) y éste puede ser diferente según la representación del resultado que se busca obtener o al que se supone que apunta la “actividad” desde la perspectiva de los participantes.

Desde el marco de la teoría de la actividad la unidad de análisis no es el individuo en singular, ni los procesos cognitivos o el aprendizaje “en frío”, sino la acción recíproca, es decir, la actividad de los sujetos (el colectivo de estudiantes en este caso) que actúan en un contexto determinado. En nuestro caso se trata del colectivo de los estudiantes de Física con las reglas, mediadores y tareas que más adelante se explican.

Como hemos dicho la intervención instruccional se hará teniendo en cuenta las componentes de la actividad de estudio e incidiendo en aquellas que nos resultan más significativas para la retención. Los componentes del sistema de acuerdo a Engeström (citado en Baquero, 2002) son:

- El colectivo de los sujetos que participan de la actividad,
- Los “artefactos medidores” utilizados en la actividad, privilegiadamente los de tipo semiótico,
- El objeto u objetivo que regula la actividad (identificables con los saberes y reglas en este caso)
- La comunidad de referencia en que la actividad y el sujeto se insertan,
- Las normas o reglas de comportamiento (que regulan las relaciones sociales de esa comunidad), y
- La división de tareas en la misma actividad.

Estas componentes del sistema de actividad pueden visualizarse en el siguiente esquema donde las componentes se hallan en los nodos de este conjunto de triángulos:



La pertenencia del estudiante al sistema de actividad implica mucho más que “sentarse a estudiar”. Ser parte de esta actividad es un rol que se construye y que aun de manera no consciente requiere compartir significados y sentidos de la tarea junto con el colectivo (de estudiantes y profesores) que participa del sistema.

El estudiante que acaba de dejar la escuela secundaria ha aprendido a organizar su actividad de estudio en ese contexto, con sus reglas, su división de tareas y sus roles y estaba organizada en función de las demandas de tareas de ese sistema y en el que tenían un fuerte peso la presencialidad y de la comunicación con los profesores y la comunidad de estudiantes y autoridades.

El pasaje de la actividad de estudio de la escuela secundaria al ámbito universitario es un tránsito complejo, que implica cambios y reorganizaciones drásticas, que el alumno ingresante deberá afrontar y resolver. Mucho más si, producto de la pandemia y del aislamiento, se cambian no sólo las reglas y los ámbitos, sino que además se pierde el contacto presencial con los pares y profesores.

Cabe destacar que en el caso de la pandemia 2020-2021 el cambio en el sistema de actividad no solo se dio en la actividad de estudio (propia de los estudiantes), sino que se ha dado también dentro del sistema de actividad de enseñanza, en donde hubo que tomar decisiones, reorganizaciones institucionales y replanteos didácticos en un escenario que durante el primer año (2020) fue fuertemente cambiante y difícil de anticipar.

No es difícil imaginar que el desarrollo del oficio de estudiante, en estas nuevas condiciones sea dificultoso. En particular la decodificación que los estudiantes tienen que hacer de las nuevas demandas, de las nuevas reglas y tareas resulta un desafío por un lado afectivo dada la carencia de referentes ya que no había nadie que hubiera pasado por esa experiencia y los pares no estaban cerca para poder apoyar, opinar e intercambiar. Pero este cambio de situación además de la componente afectiva implicó el desarrollo metacognitivo porque no se vincula a un estudio en particular, sino que implica reconocer el nuevo objetivo solicitado sin una explicitación de este.

En esta intervención hemos decidido reforzar las pertenencias modificando primordialmente el contexto de evaluación (el nodo de las reglas y la división de tareas en el esquema), a través de la creación una variedad de autoevaluaciones y de retroalimentaciones, de modo de generar una “diálogo” virtual con los estudiantes que le permita comprender no solo la lógica de la materia sino la del estudio y de esa manera poder regular sus procesos de estudio y adaptarse a estas nuevas demandas.

### Desarrollo De La Experiencia

El desarrollo de la propuesta se hizo dentro de un conjunto de cursos de Física II de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda (UTN FRA). La facultad cuenta con un campus Moodle que tiene un conjunto de aulas organizadas por materias y dentro de cada materia, un aula por cada comisión.

En esta oportunidad, debido a la pandemia, y en vistas de hacer una oferta inclusiva y homogénea a todos los estudiantes, se generó unificar los 11 (once) cursos de Física II, que suman un total de 564 estudiantes, en una única aula virtual, con grupos de estudiantes separados por comisión. En esta aula se organizaron las clases, los materiales las consultas y las evaluaciones formativas.

*Los materiales de estudio:* Los materiales de estudio son, junto con las clases los principales, mediadores entre los estudiantes y el objeto a aprender. Para “reemplazar” las clases expositivas, que suelen darse, se realizaron en video con la colaboración de 7 de los 12 profesores de la materia y se subieron a un canal de YouTube creado a tal efecto. Las clases en video incluían todos los temas de las distintas unidades con un tratamiento ameno y con animaciones en cada una de ellas. Estas clases se organizaban en videos de no más de 20 minutos y se “subían” semanalmente. Dentro del aula virtual además los estudiantes contaban con apuntes de clase en formato PDF, que se iban subiendo clase por clase, y tema por tema. Los videos se transforman de esta manera en uno de los *artefactos mediadores* que “desplazan” a las “clases teóricas” en las que (en la presencialidad) los estudiantes suelen observar pasivamente los desarrollos y explicaciones del docente.



El canal de Youtube donde están alojados más de 40 videos de Física II



La primera clase de termodinámica

*Las clases:* las clases presenciales de resolución de problemas, tan características de las cursadas pre-pandemia, se “cambiaron” por encuentros sincrónicos semanales organizados por grupos de estudiantes. Cada comisión tenía un día fijo en que realizaba su sincrónico de 2 hs, en horarios separados y se realizaron usando la plataforma Zoom o Google meet. En esos encuentros se trabajaban *exclusivamente resolución de problemas o consultas*. Se trabajó con

los docentes para que **no fueran de tipo expositivo**, sino que se organizaran a partir de las preguntas o necesidades de los estudiantes. En principio los estudiantes esperaban que el profesor resolviera ejercicios tipo, aunque no hubiera consultas y así lo reclamaban. Se aclararon las condiciones del trabajo, es decir en términos de las reglas se explicitó lo que a cada uno sí le tocaba en la división de tareas, y entonces se les propuso que clase por clase trajeran sus consultas o las enviaran previamente a los profesores a través de un foro. En unas 2 o 3 semanas los estudiantes incorporaron esta modalidad de trabajo y las consultas resultaron mucho más participativas que las habituales clases presenciales. En términos del sistema de actividad estos encuentros representan también mediadores, y además explicitan la división de tareas dentro del sistema, y se diferencian de los tradicionales espacios de consultas. En estos espacios los estudiantes tenían como tarea aportar preguntas pertinentes a las clases.

*Las actividades de evaluación* A los dos espacios ya descritos en el aula virtual se sumó un conjunto de espacios de evaluación formativa, de auto evaluaciones que se habilitaban también clase por clase y tema por tema: estas autoevaluaciones se centraban tanto en los temas de los materiales en PDF como en el contenido de los videos. Se planteaban a modo de un conjunto de preguntas sencillas y directas que permitieran al estudiante evaluar su comprensión de lo visto y de lo leído. Sumado a estos “cuestionarios” se incluyó un conjunto de preguntas de resolución sencilla orientada al uso de ecuaciones y fórmulas de cada tema. Esto se organizó de manera que no solamente se formulaban preguntas conceptuales o numéricas, sino que además se incluyen retroalimentaciones que se regulaban de acuerdo con la respuesta del estudiante.

Para hacer estas devoluciones “personalizadas” se usaron las preguntas de tipo fórmula que Moodle dispone dentro de los cuestionarios y que dan la posibilidad de que el profesor anticipe una devolución **usando la propia respuesta del estudiante**

The image shows two screenshots of a Moodle quiz interface. The left screenshot displays a question titled 'Ejercicio' about heat exchange. It asks for the amount of heat exchanged when the temperature of 100 liters of water decreases by 3 °C. Four options are provided: Q = -300 kcal, Q = 150 kcal, Q = -150 kcal, and Q = 300 kcal. Below the options, a sub-question asks for an alternative way to express the same answer, with five radio button options. A 'Comprobar' button is at the bottom. The right screenshot shows a more detailed question titled 'Calor absorbido y calor cedido'. It explains the relationship between heat (Q), mass (m), specific heat (C), and temperature change (ΔT) using the formula Q = mCΔT. It provides instructions on how to interpret the sign of ΔT and Q. A 'Comprobar' button is also present.

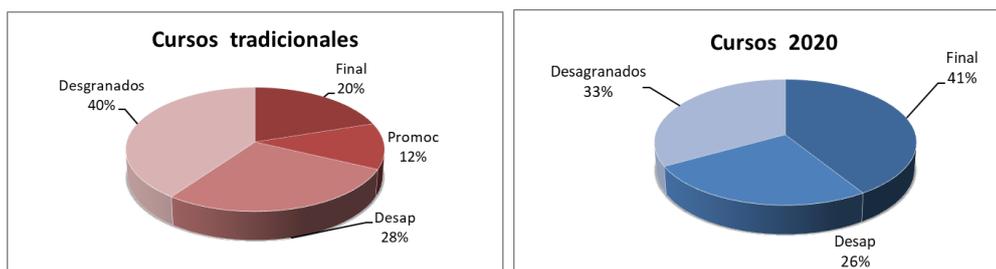
La decisión de incrementar las instancias de autoevaluación como elemento de evaluación formativa, no fue un ensayo al azar porque ya Teobaldo (1999) había señalado que uno de los principales factores de fracaso y posterior abandono de los alumnos es el relacionado a falta de autonomía en el estudio y la dificultad para familiarizarse con las evaluaciones en la universidad (estrategias metacognitivas). Por esa razón es que tomamos estas decisiones orientadas a dos objetivos: reducir el desgranamiento y facilitar la comprensión de las demandas de la tarea.

- Una forma de reducir el desgranamiento en pandemia debido a la falta de proximidad con pares y falta de presencialidad era “trazar” un recorrido de estudio (mucho más detallado y pormenorizado que el habitual “cronograma de clases”) indicado por las autoevaluaciones y por las clases de consultas que mostraban sobre qué temas priorizar y sobre todo indicaban a cada uno los errores cometidos y como resolverlos. De esta manera la evaluación (formativa) dirige y direcciona el proceso de aprendizaje. Los datos estadísticos señalan que en nuestra materia el mayor desgranamiento se produce después de un primer parcial no exitoso y los entrevistas con alumnos (Bender, Defago 2009) hablan de una sensación de que en la próxima instancia se juegan “todas las cartas” y que es muy difícil revertir en un solo examen todo lo que se necesita para quedar en condición de regular. Por ese motivo el recorrido detallado y autoevaluado permitió a los estudiantes no enfrentarse al a instancia de evaluación sin “ensayos previos”
- El otro problema que intentamos resolver con esta estrategia de evaluación continua fue la dificultad que encuentran los estudiantes a la hora comprender las demandas de tarea o el alcance de las consignas de una

evaluación (falta de estrategias metacognitivas). En general falta de estas estrategias de regulación del estudio hace que se provoque un fracaso en las primeras evaluaciones sumativas (parciales) seguido de desaliento (lo que nos lleva otra vez al problema del desgranamiento). Por esta razón las demandas de tareas más acotadas y focalizadas facilitaron los aprendizajes vinculados tanto a la Física como al control de las variables personales de temor, manejos de los tiempos y demás.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el curso “intervenido” fueron comparados con cursos similares de cuatrimestres anteriores. Las primeras apreciaciones cuantitativas muestran que los dos factores que se buscaban mejorar: la deserción y el nivel de aprobación superaron estadísticamente hablando, a los cursos de años anteriores. En la figura que sigue se muestran los resultados globales, y con los totales obtenidos de ambos grupos. Los datos muestran que en los cursos 2020 se mejoran dos aspectos:



1. La retención: resulta de un 67% frente al 60% de los demás cursos
2. La cantidad de alumnos que aprueban la materia resulta de un 48% en los cursos 2020 frente a un 32% en los cursos anteriores

Puede claramente verse de los datos que se superó en casi un 10 % el número de alumnos que llegaron a final respecto de los cursos tradicionales.

Lo que consideramos importante, más allá de los resultados cuantitativos, es que los estudiantes perseveraron y se sostuvieron en los cursos a pesar de la angustiante situación de pandemia. Es decir que se comparan los resultados con los datos históricos de la materia de los últimos años resulta que los cursos 2020 presenta diferencias cualitativas no solo en retención sino en participación y aprobación. Sabemos que es necesario un análisis de nuevos cursos (2021 por ejemplo) para poder asegurar la estabilidad de estos resultados.

## Conclusiones

Acorde a las suposiciones iniciales, la ubicación del estudiante en el centro de la enseñanza, a través del cambio en las condiciones de contexto, la inclusión de nuevos artefactos mediadores, y un cambio en las reglas (cambio en las formas de evaluación, el agregado de retroalimentaciones personalizadas) ha producido resultados positivos en la retención en el curso de Física II incluso bajo condiciones de pandemia. La deserción y la calidad de los resultados en las evaluaciones mejoraron sensiblemente observables

Las encuestas informales muestran que para los alumnos este formato de trabajo, comparado con el de otras materias, les resulta más “contenedor” y las evaluaciones causan menos “temor”. Aunque se tratan los mismos temas y con la misma profundidad, los estudiantes los viven con una menor presión de estudio sobre cada examen, de un modo tan fuerte que son capaces de expresarlo con sus propias palabras: “se puede estudiar mejor para cada parcial”, “las autoevaluaciones me ayudaron a entender como es el parcial, qué tengo que estudiar”.. “así no pierdo tiempo”

Más importante es su actitud interior, es notorio el cambio en su voluntad de continuar con el curso en las condiciones de pandemia y aun desaprobando en la primera o segunda instancia,

Por otra parte, el mayor número y calidad de las autoevaluaciones revela que la gradualización de las retroalimentaciones efectivamente contribuye a transitar mejor esta etapa de aprendizaje de la forma de manejarse con los parciales de la universidad y permite a los alumnos acomodarse mejor, hacer más llevadera la etapa de adaptación y sentirse parte de sus aprendizajes, incluso en épocas difíciles como las que les todo vivir a este grupo 2020.

## REFERENCIAS

- Anijovich, R., & Cappelletti, G. (2020). La retroalimentación formativa: Una oportunidad para mejorar los aprendizajes y la enseñanza. *Revista Docencia Universitaria*, 21(1), 81-96.
- Baquero, R. (2002). "Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional". *Perfiles Educativos*
- Bender, G y Defago A (2009) "Representaciones Sociales del Aprendizaje" *Revista de Enseñanza de las Ciencias VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521)*
- Bender, G y Defago A (2021) *Representaciones Sociales sobre el rol docente – Actas del II Congreso Iberoamericano de Docentes "Docentes frente a la pandemia" Universidad Politécnica de Madrid y Red Iberoamericana de Docentes. Segunda edición revisada en agosto de 2021*  
ISBN: 978-84-948417, p1286
- Coulon, A, (1997) "Le métier d'étudiant. L'entrée dans la vie universitaire. PUF. París,
- Davydov, V.V. (1990). "Types of generalization in instruction: Logical and Psychological problems of Structuring School Curricula". Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Engeström, Yrjo. y Cole, Michael. (1997). "Situated cognition in search of an agenda". En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.). *Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 301-309). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fernández, A (1999) "La universidad pública en tiempos de incertidumbre un debate pendiente".
- Martinez, P. (2001). *Improving student retention and achievement: What do we know and what do we need to find out? LSDA Reports*, London, UK: Learning and Skills Development Agency.  
<http://dera.ioe.ac.uk/4007/1/Improving%2520student%2520retention%2520and%2520achievement.pdf>  
(Visitado 16/10/2021).
- Teobaldo. M (1999), "Evaluación de la calidad educativa en el primer año universitario: una combinatoria de enfoques cuantitativos y cualitativos", en: *10 estudios- investigaciones*, Pesun, 1995/96.
- Poiacina, M (1983) "Deserción, desgranamiento, retención, repitencia". Buenos Aires. Kapelusz.
- Tedesco, Juan C. (1987) "Modelo pedagógico y fracaso escolar". *Crítica*, Nos. 32-33. México. U. A. de Puebla.

## ANEXO I Modelo de pregunta Multiple Choice y sus retroalimentaciones detalladas a cada respuesta

### Vista previa de la pregunta

**Pregunta 1**  
Sin responder aún  
Puntúa como 1,00

Un recipiente de Telgopor cerrado de paredes adiabáticas contiene en su interior 20 g de hielo picado y 100 g de agua en equilibrio térmico a una temperatura de 0°C. Se lo agita durante un rato y se observa que el sistema alcanza una nueva temperatura de equilibrio térmico de 10°C. En consecuencia, la energía interna del sistema hielo+agua:  
(Datos útiles:  $L_{\text{fusión}} = 80 \text{ cal/g}$  y  $c_p(\text{agua}) = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ):

Seleccione una:

- a. aumenta en 1600 cal porque absorbe calor del entorno al agitarlo.
- b. se conserva porque el recipiente es cerrado y adiabático
- c. aumenta en 1600 cal porque recibe trabajo externo al agitarlo.
- d. se conserva porque todo el trabajo que recibe al agitarlo lo transforma en calor.
- e. aumenta en 2800 cal porque absorbe calor del entorno al agitarlo.
- f. aumenta en 2800 cal porque recibe trabajo externo al agitarlo.

Elección 1	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>se conserva porque el recipiente es cerrado y adiabático</p> <p>Ruta: p</p>
Calificación	<p>Ninguno </p>
Retroalimentación	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>Falso. En este caso el sistema recibe trabajo desde el exterior por lo que no está aislado, sino sólo cerrado.</p> <p>Ruta: p</p>
Elección 2	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>aumenta en 1600 cal porque recibe trabajo externo al agitarlo.</p> <p>Ruta: p</p>
Calificación	<p>Ninguno </p>
Retroalimentación	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>Falso. Este resultado es inconsistente con los datos del problema.</p> <p>Ruta: p</p>
Elección 3	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>aumenta en 1600 cal porque absorbe calor del entorno al agitarlo.</p> <p>Ruta: p</p>
Calificación	<p>Ninguno </p>
Retroalimentación	<p> Párrafo <b>B</b> <i>I</i>       </p> <p>Falso. El sistema no recibe calor desde el exterior porque sus paredes son adiabáticas.</p> <p>Ruta: p</p>