

Rumbos Tecnológicos

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda
Publicación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado
Volumen 14 - Abril 2024 - ISSN: 1852-7701





Rumbos Tecnológicos

Publicación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado

Rector de la Universidad Tecnológica Nacional
Ing. Rubén Soro

Decano Facultad Regional Avellaneda
Lic. Luis Garaventa

Vicedecano Facultad Regional Avellaneda
Director Editorial UTN Avellaneda
Ing. Víctor Barbuto

Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado
Lic. Nora Dari

Volumen 14. Abril de 2024

ISSN (versión en línea): 1852-7701

Propietarios: Facultad Regional Avellaneda
Ramón Franco 5050 (CP. B1874ABY) Villa
Domingo, Buenos Aires, Argentina

Dirección
Lic. Nora Dari

Comité Editorial
Dr. Jorge De Celis, Dra. Patricia Domench,
Dr. Omar Faure, Dra. Jorgelina Loza,
Dra. Ayelen Lutz, Dr. Francisco Spano

Coordinación gráfica
Hernán Lascano

*Toda información, opinión o juicio vertidos en los trabajos publicados en Rumbos Tecnológicos es responsabilidad de sus autores y no constituye toma de posición por parte de la Facultad Regional Avellaneda.
Se permite la reproducción parcial de los contenidos de esta publicación, citando debidamente a las fuentes.*

Imagen de tapa diseñada por Freepik - www.freepik.es

INDICE

Artículos de Investigación científica y tecnológica

Escuela de verano: relato de una experiencia sobre Educación STEAM	1
<i>Autores:</i> María Cristina Kanobel, Karina Amalia Rizzo, Zsolt Lavicza, Pablo Carranza, Mathías Tejera	
Análisis de esfuerzos de segundo orden geométrico en cáscaras metálicas esbeltas imperfectas de simple curvatura.....	13
<i>Autores:</i> Daniel Martínez, Carlos Jorge Sarpero	
La calidad como incertidumbre del diseño	29
<i>Autores:</i> Eugenio F. Dattilo, Juan Carlos Petras, Rodrigo Marcos Viale, Marcelo Sama	
Reducción de la distorsión no lineal en osciladores por desfase activo tetrafásicos mediante el empleo de rectificación múltiple.....	35
<i>Autores:</i> Luis Napolitano, Marcelo Daniel Leo, Diego Adán Scharf	
Lineamientos y nuevos diseños curriculares para la formación de ingenieras e ingenieros en la Universidad Tecnológica Nacional	43
<i>Autora:</i> Ana María Kozak	
Percepciones y expectativas sobre la identidad ingenieril en la formación universitaria en informática. Análisis desde la perspectiva de género.....	59
<i>Autora:</i> Cecilia Ortmann	
Una nueva carrera como oferta educativa. El Laboratorio MIG y su potencial para ampliar perspectivas de acción institucional	73
<i>Autoras:</i> Daiana Schlegel, Analía Chiecher, Paola V. Paoloni, Leticia Concha, Jacqueline E. Moreno	
El trabajo al momento del egreso. Análisis de las cohortes de egresados/as 2021-2022 de las carreras de ingeniería de la UTN Avellaneda	89
<i>Autores:</i> Vanina Simone, Darío Wejchenberg, Lucila Somma, Ivana Iavorski Losada	
Estudio de procesos formativos y factores pedagógicos en utn. El caso de ingeniería y sociedad (2016-2023).....	103
<i>Autores:</i> Karina Cecilia Ferrando, Rafael Omar Cura, Olga Haydée Páez, Jorge Eduardo Forno	

PRÓLOGO

Como decano de la UTN Avellaneda, celebro esta nueva entrega de Rumbos Tecnológicos que, además de ser un aporte sobre temas científico tecnológicos y de educación a diversas áreas de conocimiento, pone de relieve, parte de la actividad de nuestro cotidiano institucional.

La vida universitaria se nutre no solo del dictado de clases, función central que lleva la mayor parte de nuestra energía y recursos, sino también de la investigación, de la capacitación docente, de la extensión y la vinculación universitaria. Estos pilares no son autónomos, sino que dialogan entre sí en una red que se retroalimenta en un continuo y que permite, en diálogo con otras instituciones, el crecimiento de la ingeniería en la Argentina.

También este nuevo número de Rumbos Tecnológicos es un dar cuenta a la comunidad universitaria y a la sociedad en su conjunto de la forma en que la Facultad Regional Avellaneda ejerce la autonomía universitaria. Hay un sentido muy fuerte de pertenencia y responsabilidad por parte de docentes, estudiantes e investigadores, respecto del rol que a les toca ejercer. Siempre, a través de distintos dispositivos o mediante el vínculo con organizaciones, las universidades damos cuenta a la sociedad, tanto en los procesos de acreditación de carreras, como en auditorías internas y externas y sobre todo en la divulgación permanente de todas nuestras actividades académicas, científico tecnológicas, de extensión y vinculación, dando pruebas de nuestro compromiso con el territorio y con el pueblo argentino.

Gran parte de estas actividades se pueden llevar a cabo por la profunda dedicación de las y los actores institucionales, con el enorme apoyo de nuestra universidad que distribuye con eficiencia un magro presupuesto para destinar a investigaciones en ciencia y tecnología. Los requerimientos tecnológicos mutan a enorme velocidad y costo y nos resulta muy difícil – a veces imposible – cubrir ese requerimiento de actualización. Por eso es fundamental que las universidades podamos discutir y administrar nuestros presupuestos, no solo para las clases y la investigación, sino también para poder dar respuesta a lo que la sociedad en su conjunto espera de nosotros.

En estos tiempos en que, con el único fin de desfinanciar la educación pública, se intenta poner en duda la nobleza y transparencia del sistema universitario argentino, en nombre de la UTN Avellaneda en su conjunto, felicito a los autores y las autoras de los artículos de este número que son muestra de un enorme colectivo de profesionales que lo construyen y lo sostienen día a día.

Lic. Luis Garaventa
Decano

INTRODUCCIÓN

Cada renacimiento debe festejarse, mas cuando se dan en marcos complejos y encontrados como a los que hoy se enfrenta la Universidad Pública y gratuita en la Argentina.

No es fácil mantener en pie y continuar con la tarea emprendida hace más de una década, durante la cual se lograron poner los pilares para construir el despegue de la Argentina Científica, Productiva, Industrial, Pujante.

A pesar de ello el objetivo que nos hemos fijado sigue inamovible. Seguimos nuestro rumbo como espacio de formación y nuestros Rumbos tecnológicos como lugar para la divulgación de las investigaciones que nuestros profesionales realizan en pos de las mejoras de nuestra sociedad. Ya sean estas en el plano de la mejora de la enseñanza como en la generación de artefactos o procesos a implementar para el desarrollo de nuestras comunidades y modos de producción.

Nuestra Revista Rumbos Tecnológicos es una de las tantas claras señales que damos para cumplir con nuestras metas. Existen muchas más. Entre ellas el seguir trabajando en equipo, apoyando las iniciativas, sosteniendo los preceptos que guían la Universidad Tecnológica Nacional desde su creación en el año 1948: “la Universidad Obrera Nacional, como institución superior de Enseñanza Técnica, con el objeto de formar integralmente profesionales de origen laboral destinados a satisfacer las necesidades de la industria argentina”. Fue y sigue siendo nuestro gran desafío, acompañenos.

Lic. Nora Dari
Secretaria de Ciencia, Tecnología y Posgrado

EDITORIAL

Palabras del Director Editorial Ing. Víctor Barbuto sobre el libro '*Respuesta inicial al impulso en transformadores de potencia*', Leta Daniel, Melo Leonardo, Rouca Pablo, Sacchi Jorge; UTN Avellaneda Ediciones, ACOFRA, 2022

Las universidades no son solamente transmisoras de conocimiento y formadoras de profesionales: generan y sistematizan nuevos conceptos y procedimientos. Es el propósito de nuestra editorial, continuar divulgando el aporte de nuestros y nuestras docentes e investigadores, tanto en su formato impreso como digital y de libre acceso, así como en esta oportunidad presentar y recomendar este manual de Daniel Leta, Leonardo Melo, Pablo Rouca y Jorge Sacchi.

La presente obra constituye un riguroso estudio de la 'distribución inicial de tensiones de impulso en transformadores de potencia', desarrollando con teoría y ejemplos los aspectos constructivos, específicos y su aplicación, con un **nuevo enfoque basado en una correlación estadística entre características constructivas y parámetros básicos**.

El desarrollo estadístico que correlaciona el cálculo de las capacidades distribuidas en serie y paralelo para los distintos tipos de arrollamiento, con los parámetros básicos de un transformador de potencia, **permite estudiar la distribución inicial de tensiones de impulso en una unidad conociendo tan solo los datos de su chapa de características y los tipos de arrollamiento con que está construida**.

Además el tratamiento en la presente obra de "resolución por cálculo numérico" **muestra la practicidad y potencia en la aplicación de esta herramienta para el estudio** de la distribución inicial de las tensiones de impulso en los arrollamientos de un transformador de potencia. Por ello este trabajo es constituye una fuente de consulta para profesionales y estudiantes avanzados de ingeniería eléctrica

Es misión de nuestras instituciones ser portadoras y difusoras de estas nuevas conceptualizaciones o sistematizaciones de modo que puedan ser insumos o puntos de partida hacia la actualización de conocimientos, ya sea como soluciones teóricas a problemáticas de nuevos diseños, o como herramientas para proyectos de ingeniería.

Desde nuestra editorial continuamos con la tarea de difundir aquellos resultados de estos trabajos aportando al universo científico tecnológico y es por ello que el Consejo Directivo de nuestra Facultad Regional de Avellaneda ha declarado de interés académico la presentación de este libro a través de la Resolución 1112/22 CD.

*Ing. Víctor Barbuto
Vicedecano / Coordinador editorial*

Artículos

ESCUELA DE VERANO: RELATO DE UNA EXPERIENCIA SOBRE EDUCACIÓN STEAM

María Cristina Kanobel¹*, Karina Amalia Rizzo², Zsolt Lavicza³, Pablo Carranza⁴, Mathías Tejera⁵

1,2 Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Ramón Franco 5050, CP1874, Villa Domínico, Buenos Aires, Argentina.

3,5 Johannes Kepler Universität, Altenberger Strasse 68, CP4040, Linz, Austria.

4 Universidad nacional de Río Negro. Isidro Lobo 516, R8332, Gral. Roca, Río Negro, Argentina

*Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mckanobel@gmail.com

RESUMEN

La Primera Conferencia Latinoamericana y Escuela de Verano sobre Investigación en Educación STEAM se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, en Argentina. El evento tuvo como objetivo la investigación en educación STEAM y la creación de una comunidad en torno al tema. Los participantes vivieron la experiencia de un taller práctico de construcción de un horno solar, que sirvió como ejemplo del enfoque STEAM. La actividad del horno solar permitió a los asistentes comprender la importancia de la interacción entre campos disciplinares y la necesidad de una gestión institucional adecuada. La educación STEAM promueve el aprendizaje interdisciplinario, la resolución creativa de problemas, la diversidad en áreas científicas y tecnológicas, y el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico y la colaboración.

Palabras clave: Educación STEAM- investigación educativa - educación centrada en el estudiante- estrategias de enseñanza -competencias -innovación- tecnología educativa- horno solar

ABSTRACT

The First Latin American Conference and Summer School on STEAM Education Research was held at Argentina's National Technological University, Avellaneda Regional Faculty. The event aimed to focus on STEAM education research and foster a community around the topic. Participants experienced a practical solar oven construction workshop, serving as an example of the STEAM approach. The solar oven activity allowed attendees to understand the importance of interaction between disciplinary fields and the need for proper institutional management. STEAM education promotes interdisciplinary learning, creative problem-solving, diversity in scientific and technological areas, and the development of critical thinking and collaboration skills.

Keywords: STEAM Education- education research- centered student education -teaching strategies -teaching and learning-competences- innovation- technology- solar oven

INTRODUCCIÓN

Entre el 6 y el 10 de febrero de 2023, se llevó a cabo la Primera Conferencia Internacional Latinoamericana y Escuela de Verano sobre Investigación en Educación STEAM (LATAM STEAM

Conference and Summer School). El evento tuvo lugar en Argentina, en una de las sedes de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRA) en formato híbrido, con asistentes y conferencistas presenciales y en línea. Fue organizado por el Grupo de Investigación y Desarrollo sobre Innovación y Tecnología para la Enseñanza (InTecEn) de la UTN FRA, la Universidad Nacional de Río Negro y la Universidad Johannes Kepler de Linz, Austria.

En la conferencia se reunieron investigadores e investigadoras nacionales e internacionales para compartir ideas e información sobre Educación STEAM (acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering, Arts y Mathematics) con la intención de establecer redes y formar equipos a nivel internacional entre distintos países e instituciones, fomentar intercambios y trabajar para mejorar la investigación en torno a dicha pedagogía.

Investigadoras e investigadores de Argentina, Austria, Brasil, España, Estonia, Finlandia, México, Perú, Chile, Portugal y Uruguay, reconocidos mundialmente en educación STEAM, hicieron hincapié en la importancia de dicha propuesta pedagógica para el desarrollo de distintas competencias del alumnado, tanto disciplinares y como aquellas habilidades denominadas blandas, y de las oportunidades que ofrece esta metodología para fomentar la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, resaltando el papel de la creatividad.

Luego de las conferencias brindadas los dos primeros días, se llevó adelante la segunda parte del evento en la llamada Escuela de verano sobre investigación en educación STEAM. Durante tres días se desarrolló un taller donde las personas asistentes participaron activamente desde un formato híbrido: tanto quienes se encontraban en forma presencial como quienes se conectaron vía Zoom. Así, pudieron experimentar como estudiantes, participando en un proyecto de educación STEAM que propició el análisis, la discusión y el trabajo colaborativo entre pares.

UNA APROXIMACIÓN A LA EDUCACIÓN STEAM

La educación STEAM se ha convertido en una tendencia creciente en la educación, promoviendo el aprendizaje interdisciplinario y la resolución creativa de problemas en forma colaborativa (Kanoel & Arce, 2020). Su objetivo es fomentar habilidades y competencias en áreas relacionadas con la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y la Matemática, a través de un enfoque integrado y enfocado en la práctica. La metodología de la educación STEAM se basa en la premisa de que la educación debe estar orientada hacia la resolución de problemas del mundo real, esperando que el estudiantado construya conocimientos que les permitan resolver situaciones prácticas y colaborar con sus pares para hallar soluciones.

De acuerdo con esta perspectiva, García-Cuéllar y Martínez-Mirabal (2022), citando a Greca, explican que “se deben buscar nuevas formas de enseñar estas disciplinas, de manera integrada y que puedan dar solución a problemas que los estudiantes se enfrentan en su comunidad, contexto o realidad” (p.4). La educación STEAM es fundamental para preparar al alumnado para el mundo laboral del siglo XXI, donde la innovación, la creatividad y la capacidad de resolver problemas son habilidades altamente valoradas. En este contexto, es imprescindible la capacitación del profesorado tanto sobre la mediación tecnológica como sobre los nuevos enfoques de enseñanza (Lavicza & Tejera, 2022). Existen diversos estudios que avalan estas afirmaciones sobre la importancia de la integración de tecnologías en entornos educativos y otros que describen usos potenciales de las tecnologías emergentes como mediadoras de la enseñanza (Ball et al., 2018).

La educación STEAM también promueve el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y el liderazgo. A través de la participación en proyectos STEAM, el estudiantado aprende a identificar problemas, diseñar soluciones y presentar sus ideas de manera clara y convincente. Además, la metodología STEAM puede fomentar la

creatividad y la curiosidad, colaborando en el desarrollo del potencial y la capacidad de innovación del alumnado. En este sentido, diversas investigaciones (Quigley y Herro, 2016; Bybee, 2013; Breiner et al., 2012) destacan la importancia de fomentar la educación STEAM como una forma de mejorar la calidad de la educación y preparar al estudiantado para los desafíos del mundo actual.

Por último, la educación STEAM puede contribuir a reducir las brechas de género y promover la diversidad en los campos de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y la Matemática. Tradicionalmente, estos campos han sido dominados por hombres, pero la educación STEAM puede fomentar la participación de las mujeres y de grupos subrepresentados en estas áreas al promover un enfoque inclusivo y colaborativo. (Bystydzienski y Bird, 2018; Cheryan, Ziegler, Montoya, Jiang; 2017)

EL CASO DEL TALLER STEAM: CONSTRUYENDO UN HORNO SOLAR

Según García Cuéllar & Martínez Miraval (2022) “STEAM propone un tipo de aprendizaje basado en proyectos, de manera práctica, en donde es fundamental el trabajo colaborativo y el fomento de la capacidad de toma de decisiones a partir del desarrollo del pensamiento crítico y creativo en los estudiantes. Además, favorece la adopción natural del método científico desde un carácter interdisciplinar” (p.4). En este sentido, se propuso el desarrollo de un taller que permitió vivenciar una experiencia de Educación STEAM con el público que participó tanto de manera presencial como virtual en torno al proyecto de construcción de un horno solar. La actividad planteada en distintas etapas durante los tres días destinados a la escuela de verano fomentó la creatividad, propició el trabajo colaborativo poniendo en juego distintas habilidades para la resolución de un problema concreto que requería una solución abordada en forma interdisciplinaria. En relación a lo expresado, Souza (2013) explica que se pueden desarrollar ocho habilidades cognitivas:

- percepción acerca de la posibilidad de múltiples soluciones a un problema y también de varias respuestas a una pregunta
- percepción sobre cómo una parte puede interactuar con otras
- prestar atención a los detalles
- capacidad de poder modificar metas durante un proceso
- poder de toma de decisiones
- utilización de la imaginación como fuente de contenido
- aceptación para operar dentro de los límites
- capacidad para mirar el mundo desde lo estético

evidenciando que “las habilidades artísticas brindan herramientas importantes para las ciencias, como la observación precisa, la percepción de un objeto de forma diferente, la construcción de significados y expresiones precisas de las observaciones, el trabajo en equipo y el pensamiento espacial y cinético” (García- Cuéllar & Martínez- Miraval, 2022, p. 5).

Metodología STEAM en acción

El taller se desarrolló durante tres días en las instalaciones de la sede Mitre de la UTN FRA en distintos espacios: aulas, pasillos y terraza con participación de público online. Teniendo en cuenta la modalidad híbrida del evento, y para propiciar la participación activa de quienes se encontraban siguiendo transmisión vía Zoom, se planificaron previamente instancias que facilitaron la inclusión de todas las personas asistentes en las actividades del proyecto. De esta forma, cada participante tenía la posibilidad de adoptar el rol de estudiante para intervenir e interactuar con sus pares en las distintas etapas necesarias hasta lograr el objetivo propuesto.

La experiencia híbrida de trabajo colaborativo

La propuesta desarrollada en el taller tiene su origen en un proyecto que se llevó a cabo en la provincia de Río Negro con estudiantes ingresantes a carreras universitarias. El proyecto consiste en el diseño, cálculo, construcción y testeo de hornos solares para la cocción de salchichas.

La actividad se desarrolló en varias etapas: planteo del problema a todas las personas asistentes al taller, organización de los grupos de trabajo en modalidad híbrida, modelado, construcción e instalación del horno y puesta a prueba del artefacto construido. Al inicio, el docente a cargo del taller explicó generalidades sobre la experiencia del proyecto que dio origen a la actividad que se llevaría a cabo (Figura 1).

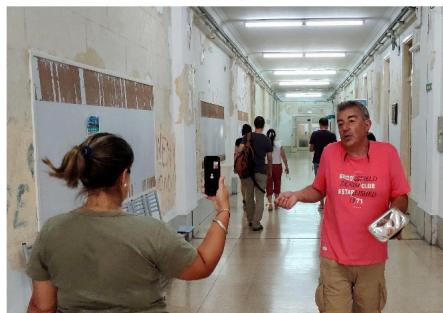
Figura 1: Inicio de la actividad



Fuente: archivos de la Escuela de verano (2023)

Para comenzar la inmersión en la experiencia, el grupo de participantes presenciales se dirigió a la terraza. A la vez, para que las personas conectadas vía Zoom también pudieran seguir la experiencia, se utilizó un dispositivo móvil cuya cámara transmitía la actividad en vivo (figura 2).

Figura 2: Transmisión de las actividades en vivo



Fuente: archivos de la Escuela de verano (2023)

A quienes estaban en la presencialidad, se les proporcionó la carcasa de un faro de auto y se los invitó a colocar un dedo en el orificio correspondiente a la lámpara, direccionando hacia el sol para percibir que es lo que sucedía, tal como se observa en la figura 3. También pudieron medir la intensidad de la radiación solar en ese momento usando un medidor de radiación solar portátil (unidad de medida w/m²).

Dicha actividad les permitió descubrir dos fundamentales características que debían ser consideradas a la hora de la construcción del horno solar. Por un lado, la orientación del faro hacia el sol y por el otro, la existencia de un punto de convergencia de los reflejos de los rayos solares en el faro.

La adecuada combinación de ambas características se pudo vivenciar colocando un dedo dentro del faro y percibiendo más calor en la medida que se acercaba al punto focal, hasta incluso llegar a quemarse.

Figura 3: Experimentación en la terraza



Fuente: archivos escuela de verano (2023)

Luego de esta experiencia grupal en la terraza y nuevamente de regreso en el aula, se planteó un espacio de discusión y análisis del suceso vivido.

Finalmente, se conformaron grupos de trabajo para la construcción del horno, a partir de una asociación libre entre participantes con habilidades diversas.

Construcción del horno

Para hacer realidad el proyecto del horno solar era necesario trabajar con materiales concretos. Por el escaso tiempo disponible, el docente decidió proporcionar los recursos necesarios para la construcción: papel de aluminio, placas de cartón, reglas, cúter/cuchillo, cinta adhesiva doble faz, pegamento en aerosol, tubo, arandelas, perfiles de cartón, termómetros. A la vez, fue muy importante disponer de computadoras y dispositivos móviles. Los mismos fueron provistos por los propios grupos que necesitaban recurrir a internet para búsqueda de información y trabajar con el software ggb para realizar modelados y simulaciones.

Si bien es cierto que las tareas se organizaron en grupos, durante todo el proceso se observaba la interacción entre participantes de los distintos grupos a través del análisis, la discusión y la toma de decisiones compartidas para lograr el objetivo común (figura 4).

Una vez conformados los equipos de trabajo, cada uno de ellos se centró en organizar la tarea acordada. Un grupo puso manos a la obra en la construcción del receptáculo parabólico. La primera de las dificultades planteadas fue decidir el tamaño del mismo, ya que debía respetar las dimensiones de las placas de cartón provistas y tener cuenta la cantidad de placas que se disponían.

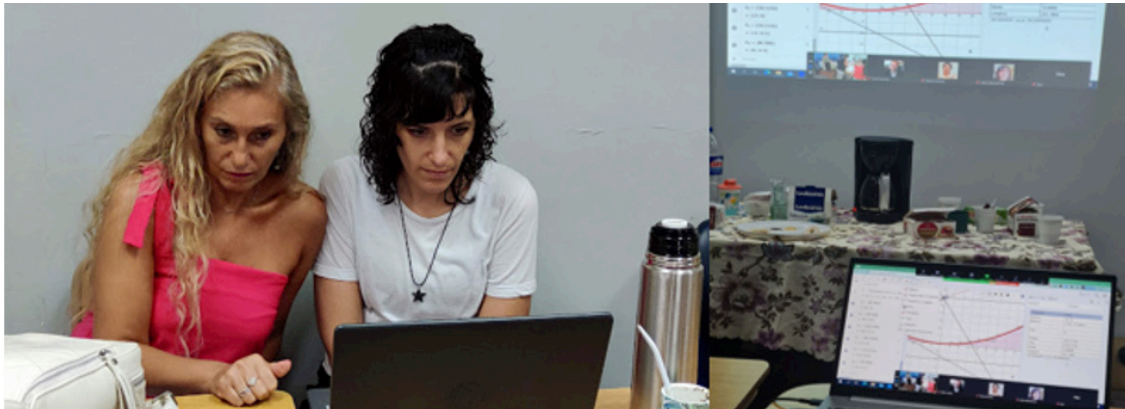
Figura 4: Trabajo de los grupos.



Fuente: archivos escuela de verano (2023)

Otro de los grupos tuvo como tarea modelizar una parábola dinámica para aportar bases teóricas que permitieran validar la construcción del receptáculo. Para ello decidieron utilizar las posibilidades de GeoGebra (ggb), software de Geometría dinámica con vistas simultáneas que permite analizar un modelo mediante el uso de parámetros y deslizadores en la vista algebraica a partir de la visualización desde la vista geométrica.

Dicha herramienta permitió conjeturar posibles construcciones según la ubicación de foco y la abertura de la parábola. Así fue posible analizar el lugar de convergencia de los rayos de luz y ajustar las ramas de la parábola a las dimensiones del cartón (Figura 5)

Figura 5: Modelización con GeoGebra.

Fuente: archivos escuela de verano (2023)

Un tercer grupo tuvo la tarea de forrar el cartón con papel aluminio, material reflectante proporcionado en el taller, teniendo mucho cuidado para que su pegado fuera óptimo. Era necesario que el revestimiento quedase sin arrugas para lograr la reflexión adecuada de la luz solar y la concentración en el punto focal (que previamente había sido hallado con el applet de ggb) sin perder potencia. Mientras tanto, otro grupo de participantes buscaba información de todo tipo para contribuir con el diseño del horno. Para ello crearon una actividad en Geogebra: <https://www.geogebra.org/m/j8cvpmww>, donde compartían lo investigado con quienes participaban en forma online, aportando las reflexiones a las que se arribaron.

Esta instancia de trabajo se llevó adelante en dos fases. En la primera fase se investigó sobre la energía necesaria para calentar 1L de agua de 25° C a 100°C. Esta información fue crucial para hallar la energía requerida para calentar el agua en el caño provisto por el docente.

Esto requirió calcular el volumen del caño y así determinar la cantidad de agua máxima que se podía colocar dentro del mismo. Además, se debió calcular también el volumen de 15 salchichas (cantidad de alimento que se pretendía cocinar en el horno) para poder determinar el volumen de agua que se colocaría en el tubo junto con las salchichas para que no desborde.

Más tarde, en una 2° fase, mediante el buscador de Google se obtuvo información sobre la cantidad de calorías o energía necesaria para calentar toda el agua a 100°C. ($0.091 \text{ kWh} \cdot 2.5 = 0.2275 \text{ kWh}$). Dicho dato se utilizó para hallar la energía necesaria para mantener el agua hirviendo por 5 minutos, tiempo necesario para calentar las 15 salchichas.

Para los cálculos del diseño, resultó importante conocer los niveles de radiación solar. En ese sentido, a partir de los intercambios y espacios de discusión entre participantes, se buscó información que pudiera dar respuesta a este interrogante.

De la búsqueda en Google se obtuvo información variada. Entre los datos obtenidos de distintas fuentes oficiales, se decidió seleccionar la información de Tutiempo.net que se destaca en la figura 6.

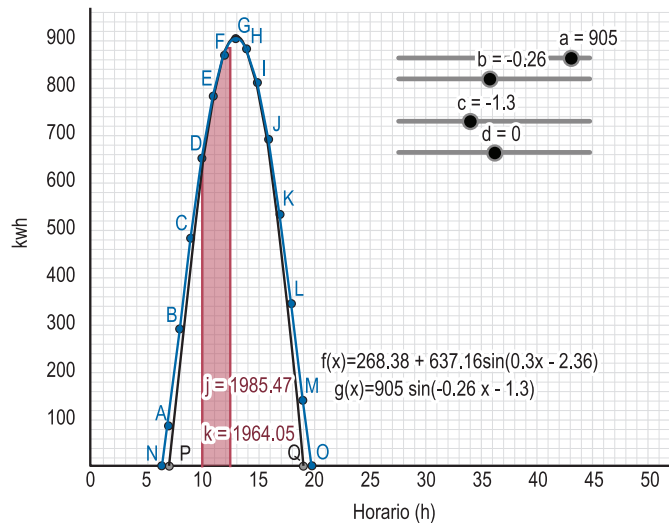
Figura 6: Niveles de radiación solar



Fuente: <https://www.tutiempo.net/radiacion-solar/buenos-aires.html>

En dicha figura se observa que la mayor radiación se da alrededor del mediodía, hora en que estaba previsto poner a prueba el horno solar cocinando unas salchichas de viena. En figura 6 también se puede visualizar la forma de la curva que queda esbozada por las barras. A partir de la información obtenida, se modelizó la curva utilizando ggb (figura 7). Se utilizaron dos métodos haciendo un ajuste sinusoidal. En uno de ellos se aplicó el comando “AjusteSeno” obteniendo la función $f(x)$ tal como se observa en la figura 6 y en el otro, se usó la función $g(x)=a.\sin(bx+c)+d$ que se fue ajustando con deslizadores a, b, c y d .

Figura 7. modelado del nivel de radiación solar en función del tiempo a partir de datos oficiales del día



Fuente: archivos escuela de verano (2023)

Finalmente, se recabaron datos respecto a la altura a la que se encuentra el Sol en cada momento del día y del año (ej: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es), en particular para el día en que se está llevando adelante el taller para permitir orientar el horno (se utilizó una brújula).

El intercambio entre pares y el análisis de la información obtenida a partir del estudio realizado permitió la toma de decisiones para la construcción de las distintas piezas que conformarían el horno solar (figura 8).

Figura 8: Etapas para la construcción del horno solar



Fuente: archivos de la escuela de verano (2023)

El montaje, que se realizó en la terraza del edificio, suscitó nuevas instancias de trabajo colaborativo entre los grupos, nuevas pruebas, ajustes y toma de decisiones, según muestran las imágenes de la figura 9. Una vez armado el horno, se puso en funcionamiento y se guardaron las salchichas en el tubo que contenía agua. El objetivo estaba cerca: lograr cocinar dicho alimento para comer unos panchos.

Figura 9: Etapas para la construcción del horno solar



Fuente: archivo escuela de verano (2023)

Luego de un tiempo transcurrido se alcanzó la temperatura necesaria para cocinar las salchichas. La experiencia se realizó con éxito y todo el grupo de asistentes compartió el almuerzo comiendo panchos.

REFLEXIONES FINALES

Aunque aún ha finalizado la etapa de análisis sobre la experiencia, desde la mirada del grupo organizador consideramos que esta propuesta pedagógica, enmarcada en una metodología de educación STEAM, le otorgó sentido a los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sobre el sentido del aprendizaje es posible establecer cuatro dimensiones: *Importancia de la propuesta: temporalidad* (conocimiento útil para el presente y el futuro), *trascendencia* (es importante para el estudiantado y su contexto), *funcionalidad* (entender el mundo e intervenir en él para dar soluciones) y *proveer una caja de herramientas que permitan argumentar y tomar decisiones racionales para el hacer* (Cordero et al., 2022).

En este contexto, las actividades desarrolladas en la escuela de verano posibilitaron que las personas asistentes, adoptando el rol de estudiantes, experimenten algunas de las dimensiones descritas en el párrafo anterior.

En resumen, la educación STEAM es una *tendencia creciente en la educación que promueve el aprendizaje interdisciplinario y la resolución creativa de problemas*. A través de un enfoque integrado y práctico, la educación STEAM puede fomentar habilidades y competencias en áreas relacionadas con la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y la Matemática, así como propiciar el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y el liderazgo. Además, la educación STEAM promueve la diversidad en los campos de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y la Matemática.

TRABAJOS FUTUROS

Para finalizar, puede destacarse que la experiencia desarrollada en el taller resultó atractiva e interesante como objeto de investigación en varios sentidos. Primero, en cuanto a las características propias de la tarea propuesta. En segundo lugar, sobre variables motivacionales puestas en juego por las personas participantes, que quedó evidenciada en las interacciones, los aportes, la escucha atenta, las discusiones, el análisis y los momentos de toma de decisión, que son variables que inciden en el aprendizaje. En tercer lugar, sobre la mediación genuina de la tecnología para la resolución del problema. Por último, el formato de participación en modalidad híbrida, que posibilitó que las personas asistentes online participaran de algunas de las actividades, no como simples espectadores, sino como parte activa de la construcción de aprendizajes.

Este tipo de propuestas pone en evidencia la necesidad de considerar la interacción entre campos disciplinares, que en la enseñanza tradicional se encuentran en compartimentos estancos. En efecto, para transitar por cada una de las etapas de la actividad fue necesario convocar a diferentes disciplinas, tales como Física, Matemática, e incluso Estadística. Esta necesaria interacción entre campos disciplinares no sólo interroga la práctica en el aula sino también a la dinámica de la gestión institucional. Tales propuestas entonces parecen demandar acciones tanto dentro del aula como del sistema de gestión de la institución. Entonces, la articulación de todo el ecosistema de la institución deviene una línea de investigación para que tales tipos de propuestas se consoliden (Rosa et al., 2022).

La actividad del horno solar puede considerarse como una actividad del tipo “contexto real”, donde grupos de participantes interaccionan en un entorno real y no evocado. Este tipo de contextos podría resultar un marco de motivación para el estudiantado que le permita encontrar sentido al aprendizaje. Así, problemas, dificultades o necesidades de la comunidad pueden constituirse en contextos motivacionales para que el alumnado construya o proponga soluciones a los mismos. Soluciones estarían basadas no en la intuición o el ensayo y error, sino en argumentos racionales provenientes de las articulaciones de conceptos de distintas áreas disciplinares.

AGRADECIMIENTOS

El comité de organización de la Conferencia y Escuela de verano sobre investigación en Educación STEAM agradece a las autoridades de la UTN FRA por haber aceptado a participar como sede del evento, a la Johannes Kepler University por haber aportado los fondos para la compra de los materiales para la construcción del horno solar y a todas las personas asistentes a la Escuela de verano sobre investigación en Educación STEAM que participaron de las actividades del taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, L.; DRIJVERS, P.; LADEL, S.; SILLER, H.S.; TABACH, M.; VALE, C. (2018). *Uses of Technology in Primary and Secondary Mathematics Education: Tools, Topics and Trends*. Springer.
- BYBEE, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*, National Science Teachers Association.
- BREINER, J.M.; HARKNESS, S.S; JOHNSON, C.C; & KOEHLER, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about the conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. doi: 10.1111/j.1949-8594.2011.00109
- BYSTYDZIENSKI, J. M., & BIRD, S. R. (Eds.). (2018). *Removing barriers: Women in academic science, technology, engineering, and mathematics*. Indiana University Press.
- GARCÍA CUÉLLAR, D., & MARTÍNEZ MIRAVAL, M. (2022). STE(A)M con GeoGebra: Una formación continua de profesores. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 18(66). Recuperado de <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1441>
- CHERYAN, S., ZIEGLER, S. A., MONTOYA, A. K., & JIANG, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35.
- CHIECHER, A. (2017). Metas y contextos de aprendizaje. Un estudio con alumnos del primer año de carreras de ingeniería | *Goals and contexts of learning. A study with first-year engineering students*. *Innovación Educativa*, 17 (74) pp. 61-80.
- CORDERO, F., CARRANZA, P., ROSA, M., & OREY, D. (2022). La modelación en la vida de la gente. Un programa alternativo para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. *Gedisa*
- KANOBEL, M. C., & ARCE, A. (2020). Aula invertida en cursos de carreras STEM: motivación y desempeño académico de los estudiantes. En *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos* (comp. Norman Moreno Cáceres). Fundación Unipanamericana. ISBN: 978-980-7857-21-5

LAVICZA, Z., & TEJERA, M. (2022). Desarrollando innovaciones en Educación STEAM en entornos tecnológicos. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 18(66). Recuperado de <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/1460>

QUIGLEY, C., & HERRO, D. (2016). "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410-426.

ROSA, M., CORDERO, F., CLARK OREY, D., & CARRANZA, P. (2022). *Mathematical Modelling Programs in Latin America: A Collaborative Context for Social Construction of Knowledge for Educational Change*. Springer International Publishing,

SOUZA, D. A; PILECKI, T. (2013). *From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Thousand Oaks: Corwin.

ANÁLISIS DE ESFUERZOS DE SEGUNDO ORDEN GEOMÉTRICO EN CÁSCARAS METÁLICAS ESBELTAS IMPERFECTAS DE SIMPLE CURVATURA

Daniel Martínez^a, Carlos Jorge Sarpero^a

^aGrupo de Investigación ESTRUCTURAS, UTN Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda
CP.: B1874, Ramón Franco N°5050, Villa Dominico, Avellaneda, Buenos Aires.

*Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: dmartinez@fra.utn.edu.ar, csarpero@fra.utn.edu.ar

RESUMEN

Resumen. En este trabajo se muestra una metodología para el análisis de cáscaras metálicas esbeltas de simple curvatura, cilindros, en la cual se contemplan las imperfecciones determinantes y la incidencia de las mismas en el valor de los esfuerzos de 2 orden geométrico. Además se realizan comparaciones con distintas variantes del análisis de la cáscara, implementando en cada uno de estos análisis, la metodología para contemplar las imperfecciones. Cabe aclarar que dicha

metodología contempla las indicaciones reglamentarias vigentes de normativa como el Eurocode 3 y API 650, entre otras. Cabe aclarar que este trabajo es continuación del trabajo presentado en el EnIDI 2019, cuyo título es *Implementación del Método de Análisis Directo según AISC para el análisis de la estabilidad y el diseño de estructuras metálicas esbeltas aporticadas*.

Palabras Clave: Inestabilidad - Imperfecciones Cilindros

1. INTRODUCCIÓN

Las cáscaras cilíndricas tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos campos industriales. Cuando estas estructuras están sometidas a esfuerzos, su capacidad resistente depende del problema de pandeo, y la predicción confiable de su resistencia al pandeo ha sido una gran preocupación. A mediados del siglo XVIII, Euler realizó un estudio innovador sobre la estabilidad de las barras de compresión delgadas, formando una teoría clásica de pandeo de estructuras elásticas. Desde 1911 hasta 1934, Lorenz, Southwell, Von Mises, Flügge, Schwerin y Donnell utilizaron la teoría clásica para analizar el pandeo de las cáscaras cilíndricas comprimidas axialmente [1, 2], y obtuvieron la solución clásica de la tensión de pandeo de una cáscara cilíndrica, donde las variables de dicha expresión son: el módulo de elasticidad longitudinal, el coeficiente de Poisson, el espesor de la cáscara y el radio del cilindro.

En la década de 1930, con el desarrollo de la industria de la aviación, los académicos realizaron una gran cantidad de estudios experimentales sobre el pandeo de cáscaras cilíndricas comprimidas axialmente. Los resultados muestran que:

1) la carga de pandeo obtenida de la prueba es a menudo mucho más baja que la solución teórica.

2) la dispersión de los resultados de la prueba es muy grande.

3) la destrucción es repentina.

Estos confusos fenómenos experimentales no pueden explicarse por las teorías clásicas, lo que ha llevado a los académicos a realizar una gran cantidad de trabajos de investigación en este campo. De 1940 a 1941, el estudio de Qian Xuesen y Von Kármán [3, 4] mostró que la cáscara cilíndrica comprimida axialmente tiene una fuerte propiedad no lineal, lo que conduce a una fuerte disminución en la capacidad de carga del cilindro después de alcanzar la carga máxima, más que la predicción de la teoría clásica. En 1945, Koiter propuso una teoría no lineal de la estabilidad elástica [6], que puede determinar en el camino de equilibrio el punto crítico y/o bifurcación. Encontró que las propiedades de pandeo posterior de las cáscaras cilíndricas comprimidas axialmente son inestables y que las pequeñas imperfecciones geométricas reducen en gran medida su capacidad de carga.

Hoy en día, el concepto de no linealidad y sensibilidad a los defectos ha sido ampliamente aceptado. Sobre esta base, combinando con los resultados de investigación específicos en este campo, se discute más el problema del pandeo de las cáscaras cilíndricas comprimidas axialmente.

Brush y Almroth recopilaron una gran cantidad de datos experimentales y los publicaron en 1975 [2XX]. Los datos muestran que la tensión promedio de pandeo, función del espesor y el radio, es un 50% mayor que la calculada con la teoría clásica. Desde el punto de vista estadístico los valores presentan una gran dispersión, se genera una gran nube de puntos, de los ensayos.

En 1970, Barber y Calladine realizaron una prueba de pandeo de una cáscara cilíndrica bajo su propio peso [7]. La pieza de prueba estaba hecha de caucho ($E \approx 1.46 \times 10^6 \text{ N m}^2$, $\rho \approx 1.24 \times 10^3 \text{ kg m}^3$, $\nu \approx 0.4$). El modelo tenía el extremo superior libre, el extremo inferior fijo y el diámetro exterior es de 172 mm. Inicialmente, la cáscara cilíndrica no pudo permanecer vertical por su propio peso, y una pequeña parte de la altura se cortó gradualmente desde la parte superior hasta que se mantuvo vertical, y la altura de la parte que quedó vertical coincidió con la longitud crítica de pandeo. Se ensayaron seis modelos con una altura de pandeo entre 58 y 810 mm. Los resultados del ensayo de Barber y Calladine presentaron baja dispersión en los resultados. Mandal realizó una prueba similar [8] pero aumentó el diámetro de la cáscara cilíndrica. Los resultados de la prueba fueron consistentes con los resultados de Barber y por ende con los resultados publicados por Brush y Almroth.

Cabe aclarar que la dispersión en los resultados es función de las relaciones geométricas de los cilindros en estudio y de la sensibilidad de esta estructura a las imperfecciones.

Siguiendo con los estudios realizados H. A. Sanchez Sanchez [12] presento un trabajo experimental, de un cilindro sometido a presión interior, carga axil y una fuerza de corte en la parte superior. Donde realizó un análisis numérico mediante el método de los elementos finitos, donde realizó una modelación axil simétrica en 2D, con el elemento "Comu", elemento plano de 2 nudos, entre otros atributos este elementos permite contemplar imperfecciones y análisis no lineal. Se analizaron 3 modelos y se encontró que las cargas críticas en el punto de la 1° bifurcación son inferiores a las cargas críticas experimental de pandeo en el punto límite. El pandeo por corte nos conduce a punto límite y no bifurcación. Las imperfecciones geométricas iniciales tienen poca influencia cuando la carga solicitante es asimétrica, muy diferente cuando a estas estructuras se las somete a cargas simétricas, como la compresión axil, donde la sensibilidad a las imperfecciones es determinante sobre la carga crítica de pandeo y dicho pandeo se presenta por bifurcación.

En el Eurocode 1-6 [2] en la parte 4-1 Silos, Tanques y Tuberías-silos, este código contempla por ejemplo como resumen, en la Tabla 1, el tipo de análisis no lineal tanto para geometría como material, como así también la geometría imperfecta. Impone la amplitud de la imperfección teórica,

donde esta es función del espesor, radio del cilindro y parámetro de calidad de construcción, pero no dice cómo implementarla o generar con esta amplitud de imperfección la geometría imperfecta. La norma API 650 [3] en su apartado 3.9.7 donde expone las expresiones para verificar la estabilidad del cilindro al pandeo bajo carga de viento no menciona la incidencia de imperfecciones geométricas. La norma API 579 describe los posibles defectos geométricos pero tampoco menciona como modelar la geometría imperfecta.

Jobann Arbocz en una publicación de la NASA [8] analiza cáscaras cónicas y advierte la influencia de las imperfecciones según el ángulo de las generatrices y si dichas imperfecciones son o no simétricas, como estas influyen el valor de la tensión crítica de pandeo.

H. Abramovich y otros [libro] en el primer capítulo donde analiza las imperfecciones en cáscaras cilíndricas, describen en sus ensayos como varían los parámetros y los esfuerzos, con la imposición de imperfecciones pero no habla cual es la imperfección determinante ni como modelar la estructura imperfecta.

Eduardo M.Sosa y Luis A. Godoy en su trabajo [7] analizando cilindros bajo presión uniforme. En un análisis con el soft Abaqus, analizan la estructura imperfecta, la cual la generan imponiendo en su geometría el 1° y 2° modo de pandeo, llegando a la conclusión que la estructura imperfecta tiene un punto crítico más bajo o sea baja el valor de la carga crítica. Pero no habla de cómo modelarla y si la imperfección adoptada en la determinante.

1.1 Descripción de la metodología propuesta

Los estudios de estabilidad por lo general requieren de dos tipos de análisis: 1) determinación de cargas críticas y sus modos de pandeo (problemas de valores propios) y 2) trazado de las trayectorias no lineales de equilibrio.

El análisis de las cargas críticas de pandeo nos permite identificar si tendremos problemas de inestabilidad dentro del rango de las cargas de diseño. Esto es, si alguna de las cargas críticas es menor que la carga de diseño esto indica que tendremos problemas de inestabilidad y debemos reforzar la estructura hasta conseguir que las cargas críticas sean mayores que las cargas de diseño.

Si la estructura no presenta problemas de inestabilidad dentro del rango de cargas de diseño se procede a establecer una geometría imperfecta mediante la imposición de una imperfección y luego se traza la trayectoria de equilibrio no lineal de manera incremental sobre esta estructura imperfecta hasta llegar al nivel máximo de las cargas de diseño. Si en esta configuración la estructura es estable verificamos las secciones con los esfuerzos obtenidos en este estado de deformación.

La metodología propuesta se compone de las siguientes etapas:

1. Obtención de cargas críticas y modos de pandeo
2. Modelado de la geometría imperfecta - modos de pandeo e imperfección constructiva
3. Resolución del problema no lineal imperfecto

Se desarrollara con los siguientes análisis:

- 1- Modelacion con soft Abaqus mediante el método de los elementos finitos.
- 2- Resolución de la ecuación diferencial de 2° orden para barras sobre lecho elástico, donde se modela una barra imperfecta (generatriz) sobre un lecho elástico que representa la rigidez de los anillos o paralelos.

Cabe aclarar que en esta primer parte del trabajo se comparan 1° carga crítica de pandeo y su modo asociado de ambos análisis.

1.2 Datos geométricos y mecánicos del modelo

Se resuelve en particular una estructura de un cilindro esbelto metálico (ver fig. 3), dicho cilindro tiene un diámetro de 250 mm, altura de 500 mm y espesor de 2mm, el material que lo constituye es aluminio con una tensión de fluencia de 6890 MPa y un coeficiente de Poisson de 0.33.

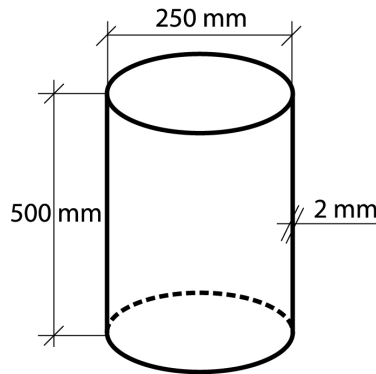


Fig. 1. Esquema del cilindro de análisis.

1.3 Obtención de cargas críticas y modos de pandeo

En esta etapa es necesario determinar las cargas críticas y los modos de pandeo asociados a estas cargas. Para esto se utilizan las rutinas de cálculo de auto-valores y auto-vectores usualmente disponibles en los programas comerciales.

Es necesario definir un modelo de elementos finitos donde cada miembro estructural se subdivide en varios elementos de tipo shell. A continuación se muestra la discretización en EF del cilindro, en la fig.2.

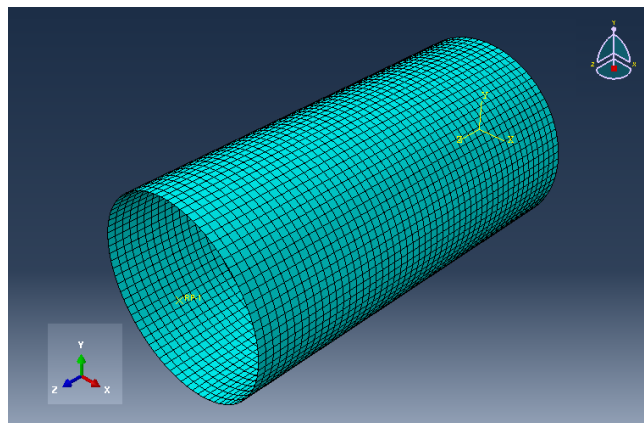


Fig.2. Esquema del pòrtico – numeración nodal .

1.4 Modelado de la geometría imperfecta

Una vez realizado el análisis de pandeo de la estructura perfecta, donde se determinaron las cargas críticas asociadas a los primeros modos de pandeo, se analiza la diferencia entre la 1° y la 2° carga crítica. Si estas cargas están muy próximas entre sí o son casi coincidentes, la peor imperfección se compone de una combinación de los modos de pandeo coincidentes y el análisis es bastante complicado. Pero si estas cargas están separadas, se puede asegurar que la forma de la peor imperfección es dominada por el primer modo de pandeo [8] y será la forma a adoptar para el modelado directo de las imperfecciones. En este trabajo se modela la imperfección a partir del 1° modo de pandeo por ser este un modo simétrico.

Una vez conocida la configuración deformada del primer modo de pandeo, se la escala asignándole al punto de máxima amplitud, el valor de deformación máxima que se adoptó aquí es el espesor del cilindro.

Para modelar la estructura imperfecta se utiliza la misma discretización, esto es, el mismo modelo de utilizado para la determinación de las cargas críticas. Para definir a la estructura imperfecta se desplazan los nodos de la discretización de la estructura perfecta para alterar la geometría original según la forma del primer modo de pandeo.

En la figura 3 se muestra la deformada asociada al 1° modo del soft. Para normalizar dicha forma del primer modo de pandeo, sobre un nodo de una generatriz del cilindro, que tiene el máximo desplazamiento con valor unitario, es el nudo n° 1541 de la modelación, se le asigna el valor de la imperfección, aquí el espesor 2mm, y se reparte proporcionalmente al resto de los nodos. Se analizaron dos generatrices enfrentadas, o sea a 180° una de otra, se observó y verifico la simetría. En abscisas se grafica la posición de los nudos en la dirección del eje del cilindro y en ordenadas el desplazamiento perpendicular respecto de la dirección de la generatriz.

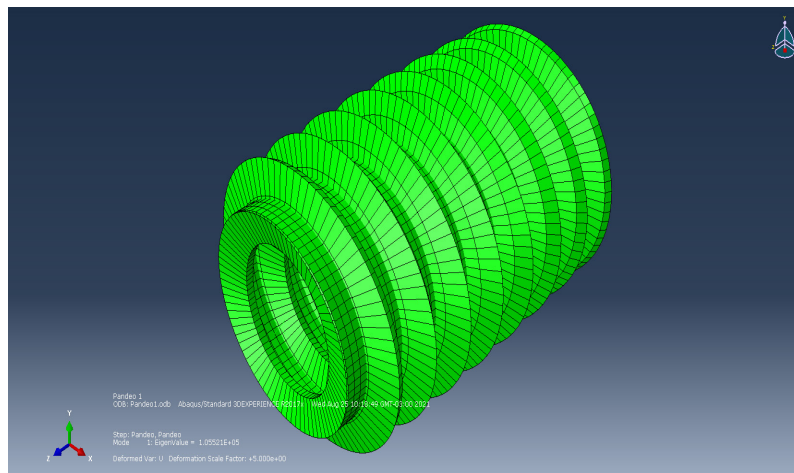


Fig. 3. Configuración de pandeo del 1° modo de pandeo.

2. Metodología para determinar cargas críticas y modos de pandeo asociados de la estructura perfecta

Los pasos necesarios para el cálculo de las cargas críticas y modos de pandeo usando el ABAQUS son los siguientes:

- Descripción de la geometría perfecta
- Definición de la sección y material
- Asignación de la sección y material
- Ensamble de la estructura
- Definición del tipo de análisis
- Definición de las cargas de referencia.
- Definición de los apoyos
- Generación del mallado de elementos finitos
- Definición del paso de cálculo
- Ejecutar el análisis

3. Comparación de los diferentes métodos

Se comparan los datos obtenidos por diferentes metodologías, llevando en cuenta los efectos de segundo orden geométrico. Todos los análisis se realizan en régimen elástico, ya que el interés está puesto en el tratamiento de los problemas de estabilidad.

Los análisis que se comparan son las siguientes:

1. Cilindro modelado modelado por EF.
2. Ecuación de la Línea Elástica en 2° Orden Geométrico.

3.1 Análisis por Elementos Finitos

A continuación se exponen los resultados del análisis: cargas críticas en fig. 4 , 1° es de 105552 kg y el modo asociado, de manera simplificada, por la cantidad de información, se muestra en la fig.5, no obstante en la figura 6 se grafica la geometría imperfecta completa de una generatriz.

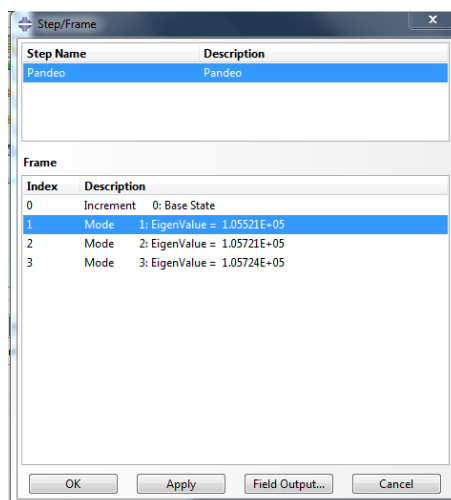


Fig. 4. Auto valores o cargas críticas

NODO N°	U1	U2	U3	imperfección		Geometría Perfecta		Geometría Imperfecta	
Rferen 1541	1	-4.87E-02	2.24E-02	0.2 cm		X cm	Y cm	X cm	Y cm
NODO N°	U1	U2	U3	U1 en cm	U2 en cm				
70	1.08E-06	-1.41E-02	4.15E-02	2.17E-07	-2.82E-03	12.4	50	1.24E+01	5.00E+01
149	-6.17E-01	-5.48E-01	3.09E-02	-1.23E-01	-1.10E-01	12.4	49	1.23E+01	4.89E+01
228	-5.94E-01	-5.27E-01	9.99E-03	-1.19E-01	-1.05E-01	12.4	48	1.23E+01	4.79E+01
307	4.54E-02	2.75E-02	5.83E-04	9.08E-03	5.51E-03	12.4	47	1.24E+01	4.70E+01
386	6.37E-01	5.40E-01	1.24E-02	1.27E-01	1.08E-01	12.4	46	1.25E+01	4.61E+01
465	5.66E-01	4.80E-01	3.33E-02	1.13E-01	9.59E-02	12.4	45	1.25E+01	4.51E+01
544	-9.38E-02	-9.17E-02	4.15E-02	-1.88E-02	-1.83E-02	12.4	44	1.24E+01	4.40E+01
623	-6.58E-01	-5.80E-01	2.86E-02	-1.32E-01	-1.16E-01	12.4	43	1.23E+01	4.29E+01
702	-5.42E-01	-4.78E-01	7.92E-03	-1.08E-01	-9.56E-02	12.4	42	1.23E+01	4.19E+01
781	1.35E-01	1.09E-01	9.92E-04	2.70E-02	2.19E-02	12.4	41	1.24E+01	4.10E+01
860	6.70E-01	5.73E-01	1.50E-02	1.34E-01	1.15E-01	12.4	40	1.25E+01	4.01E+01
939	5.07E-01	4.32E-01	3.55E-02	1.01E-01	8.64E-02	12.4	39	1.25E+01	3.91E+01
1018	-1.85E-01	-1.68E-01	4.11E-02	-3.70E-02	-3.35E-02	12.4	38	1.24E+01	3.80E+01
1097	-6.89E-01	-6.03E-01	2.61E-02	-1.38E-01	-1.21E-01	12.4	37	1.23E+01	3.69E+01
1176	-4.81E-01	-4.22E-01	6.01E-03	-9.63E-02	-8.44E-02	12.4	36	1.23E+01	3.59E+01
1255	2.23E-01	1.89E-01	1.68E-03	4.46E-02	3.78E-02	12.4	35	1.24E+01	3.50E+01
1334	6.94E-01	5.97E-01	1.77E-02	1.39E-01	1.19E-01	12.4	34	1.25E+01	3.41E+01

Fig. 5. Modo de pandeo, geometría perfecta e imperfecta

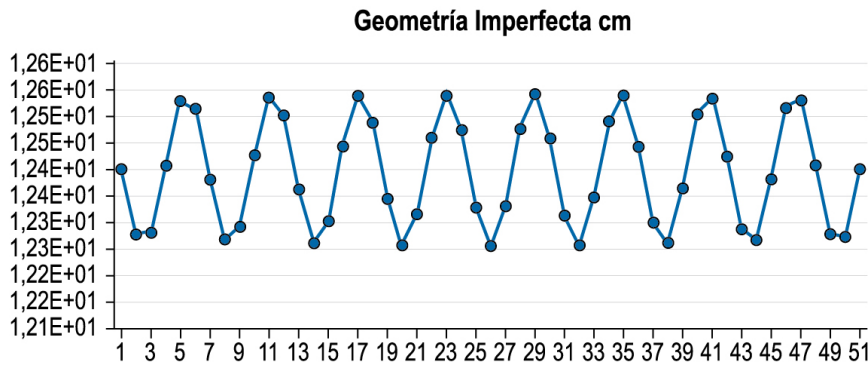


Fig. 6. Geometría e imperfecta

4. Aproximación mediante la ecuación de línea elástica, en segundo orden, de la viga sobre lecho elástico, de rigidez equivalente a la de los anillos del cilindro (cilindro de geometría perfecta)

El objetivo de este punto es estudiar si los modos axiales del cilindro pueden deducirse de los modos de la viga sobre lecho elástico de ancho unidad.

4.1 Planteo de la ecuación diferencial

En negro, generatriz de ancho unitario del cilindro

En verde, configuración deformada de la generatriz

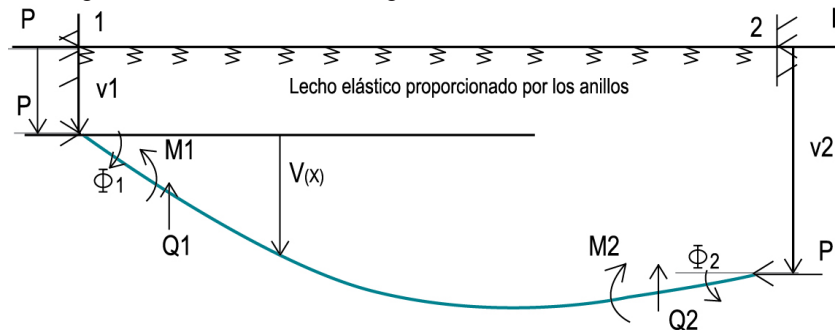


Fig. 7. Elástica de la viga

Ecuación diferencial homogénea de cuarto orden (el exponente en las v, indica orden de derivación)

$$v_p(x)^{IV} + k^2 \cdot v_p(x)^{II} + 4\alpha^4 \cdot v_p(x) = 0$$

$$k^2 = \frac{P}{D} \quad D = \frac{E \cdot esp^3}{12(1 - \mu^2)}$$

Para la viga sobre lecho elástico

$$\alpha^4 = \frac{C_b \cdot b_0}{4EI}$$

Para el caso del cilindro

$$\alpha^4 = \frac{3}{r^2 \cdot esp^2}$$

D rigidez flexional de una generatriz de ancho unitario del cilindro

E módulo de elasticidad del material

I momento de inercia de la sección de la viga

r radio medio del cilindro

esp espesor del cilindro

μ coeficiente de Poisson

P esfuerzo axial

$v(x)$ función de la línea elástica

Solución de la ecuación diferencial

Se propone como solución de la homogénea

$$v_H(x) = e^{r \cdot x}$$

Derivando esta solución y reemplazando en la ecuación diferencial se llega a una ecuación característica de cuarto grado,

$$r^4 + k^2 \cdot r^2 + 4\alpha^4 = 0$$

cuyas raíces son

$$r_1 = \sqrt{\frac{-k^2}{2} - \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_2 = \sqrt{\frac{-k^2}{2} + \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_3 = -\sqrt{\frac{-k^2}{2} - \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_4 = -\sqrt{\frac{-k^2}{2} + \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}}$$

Resultando la solución de la homogénea

$$v_H(x) = C_1 \cdot e^{c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x) + C_2 \cdot e^{-c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x) + C_3 \cdot e^{c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x) + C_4 \cdot e^{-c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x)$$

Los coeficientes c y d, están en función de las raíces de la ecuación característica de cuarto grado. c, parte real y d, parte imaginaria del complejo raíz, respectivamente

4.2 Modos axiales del cilindro y las cargas críticas asociadas

Observando las expresiones de las raíces,

$$r_1 = \sqrt{\frac{-k^2}{2} - \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_2 = \sqrt{\frac{-k^2}{2} + \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_3 = -\sqrt{\frac{-k^2}{2} - \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}} \quad r_4 = -\sqrt{\frac{-k^2}{2} + \sqrt{\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4}}$$

y teniendo en cuenta que el coeficiente alfa contiene la rigidez del medio elástico, resulta obvio que la carga crítica se alcanzará cuando se anule el radicando,

$$\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4$$

Una justificación matemática de esta consideración intuitiva, es que al anularse el radicando indicado de las 4 raíces de la ecuación característica, sólo quedan las raíces r_1 y r_3 , iguales pero de signo contrario, ambas complejos sin componente real. La falta de este componente anula el efecto de amortiguamiento ejercido por la función exponencial.

Debido a esto la solución,

$$v_H(x) = C_1 \cdot e^{c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x) + C_2 \cdot e^{-c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x) + C_3 \cdot e^{c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x) + C_4 \cdot e^{-c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x)$$

se reduce a,

$$v_H(x) = C_1 \cdot \cos(d \cdot x) + C_3 \cdot \sin(d \cdot x)$$

y luego de imponer las condiciones de contorno

$$v_H(x) = C_3 \cdot \sin(d \cdot x)$$

4.3 Carga crítica, tensión crítica y longitud de onda

Como ya se ha dicho, los coeficientes c y d , están en función de las raíces de la ecuación característica de cuarto grado, y en particular, para el caso de la carga crítica, $c = 0$, resultando d

$$d = \sqrt{\frac{k^2}{2}} = \frac{k}{\sqrt{2}} i$$

La nulidad del radicando

$$\frac{k^4}{4} - 4\alpha^4$$

impone la igualdad

$$4\alpha^4 = \frac{k^4}{4}$$

Teniendo en cuenta que, para el caso del cilindro

$$\alpha^4 = \frac{3}{r^2 \cdot esp^2}$$

y que

$$k^2 = \frac{P}{D}$$

la expresión de la carga crítica de una faja (generatriz) de ancho unitario, resulta

$$P_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E \cdot \text{esp}^2}{(1 - \mu^2) \cdot r}$$

y la tensión crítica

$$\sigma_c = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{E \cdot \text{esp}}{(1 - \mu^2) \cdot r}$$

La expresión de la longitud onda se obtiene imponiendo que el argumento de

$$v_H(x) = C_3 \cdot \sin(d \cdot x) \quad d = \frac{k}{\sqrt{2}}$$

resulte igual a $n \cdot \pi$

$$\frac{k}{\sqrt{2}} L_o = n \pi$$

L.o -> longitud de onda

Teniendo en cuenta que

$$k^2 = \frac{P}{D}$$

y la expresión de P_c resulta

$$k = \sqrt[4]{\frac{48}{\text{esp}^2 \cdot r^2}}$$

Luego, la longitud de onda, L.o, para $n = 2$

$$L_o = 2 \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot \pi}{4 \sqrt[4]{48}} \cdot \sqrt{\text{esp} \cdot r}$$

4.4 Comparación de resultados obtenidos con los del modelo de elementos finitos (modelo discreto)

Para un cilindro de las características geométricas y mecánicas del material como las del modelo se obtuvieron los siguientes valores de carga crítica y longitud de onda

$$E = 68.9 \cdot 10^3 \cdot \text{MPa}$$

$$P.c = 114407 \text{ kgf} \quad \lambda = 7.55 \text{ cm}$$

$$r = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Valores obtenidos del modelo } P.c = 105521 \text{ kgf} \quad \lambda_{AB} = 7 \text{ cm}$$

$$L_o = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Error en } P_c = 8.4 \% \quad \text{Error en Long Onda} = 7.8 \%$$

$$\text{esp} = 2 \text{ mm}$$

$$\mu = 0.3$$

5. Aproximación mediante la ecuación de línea elástica, en segundo orden, de la viga sobre lecho elástico, de rigidez equivalente a la de los anillos del cilindro (cilindro de geometría Imperfecta)

El objetivo de este punto es estudiar si los modos axiales del cilindro pueden deducirse de los modos de la viga sobre lecho elástico de ancho unidad.

5.1 Planteo de la ecuación diferencial

En negro, eje centroidal, recto, de la generatriz perfecta

En azul, generatriz Imperfecta de ancho unitario del cilindro

En verde, configuración deformada de la generatriz Imperfecta

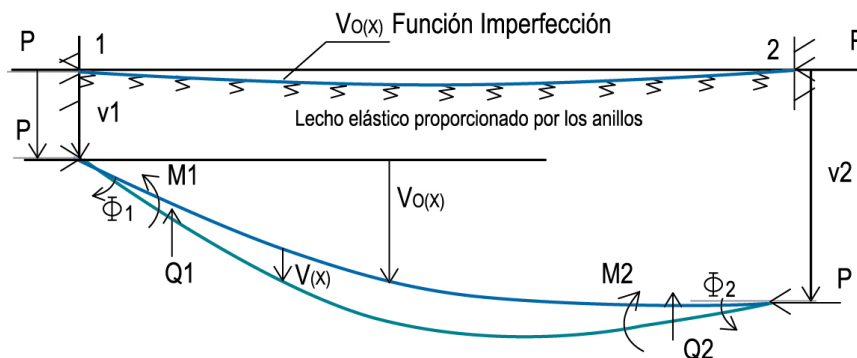


Fig. 8. Elástica de la viga Imperfecta

Ecuación diferencial de cuarto orden geometría Imperfecta

$$v_p(x)^{IV} + k^2 \cdot v_p(x)^{II} + 4\alpha^4 \cdot v_p(x) = -k^2 \cdot v_0(x)^{II}$$

Función imperfección

$$v_0(x) = a_0 \cdot \sin(\omega_0 \cdot x) \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$$

λ Longitud de onda de la configuración deformada de la generatriz perfecta al alcanzar la P crítica
 $\lambda = 7.5487 \text{ cm}$ (ver página 9)

5.2 Solución de la ecuación diferencial

Solución de la General (solución de la homogénea + solución de la particular)

$$v(x) = v_h(x) + v_p(x)$$

Solución de la homogénea

$$v_h(x) = C_1 \cdot (e^{c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x)) + C_2 \cdot (e^{c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x)) + C_3 \cdot (e^{-c \cdot x} \cdot \cos(d \cdot x)) + C_4 \cdot (e^{-c \cdot x} \cdot \sin(d \cdot x))$$

Se propone como solución de la particular

$$v_p(x) = a_p(P) \cdot \sin(\omega_0 \cdot x) + b_p(P) \cdot \sin(\omega_0 \cdot x)$$

Resolviendo

$$a_p(P) = \frac{k(P)^2 \cdot \omega_o^2 \cdot \sin(L_o \cdot \omega_o)}{\sin(L_o \cdot \omega_o) \cdot (4 \cdot \alpha^4 - k(P)^2 \cdot \omega_o^2 + \omega_o^4)} \cdot a_c \quad b_p(P) = \frac{k(P)^2 \cdot \omega_o^2}{4 \cdot \alpha^4 - k(P)^2 \cdot \omega_o^2 + \omega_o^4} \cdot b_o$$

Como la función imperfección $b_o = 0$, también lo es el término $b_p(P)$, quedando la solución de la particular

$$v_p(x) = a_p(P) \cdot \sin(\omega_o \cdot x)$$

Imponiendo las condiciones de borde en la solución general, se obtienen las expresiones de los coeficientes C.1(P) a C.4 (P)

5.3 Cálculo de la P crítica de la generatriz Imperfecta

Derivando dos veces la solución de la general respecto de x, se obtienen los términos de la matriz rigidez en función de P, matriz de 2x2. Variando P (esfuerzo axial) hasta anular el determinante de la matriz rigidez, se obtienen las cargas críticas para las configuraciones de imperfección que se detallan.

Figura 9, gráfica de una generatriz imperfecta, ampliada 25 veces.

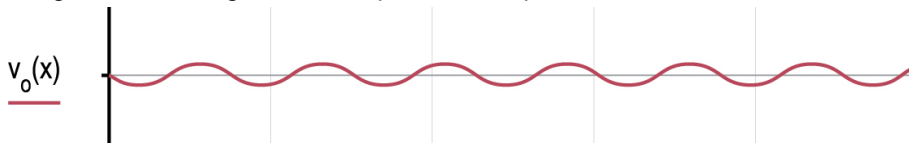


Fig. 9. Generatriz Imperfecta

En la misma se observa que en la longitud del cilindro no entran un número exacto de ondas. Por tal motivo, la P crítica Imperfecta será evaluada para tres configuraciones de Imperfección.

1°) la de la Figura 9 $\lambda = 7.5487$ cm

2°) un número exacto de ondas, Figura 10 configuración deformada asimétrica $\lambda = 8.3333$ cm

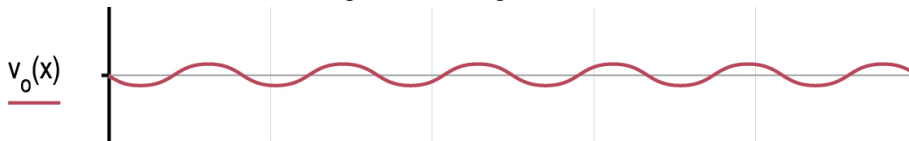


Fig. 10. Generatriz Imperfecta $\lambda = 8.3333$ cm

3°) un número exacto de ondas, Figura 11 configuración deformada simétrica $\lambda = 7.6923$ cm

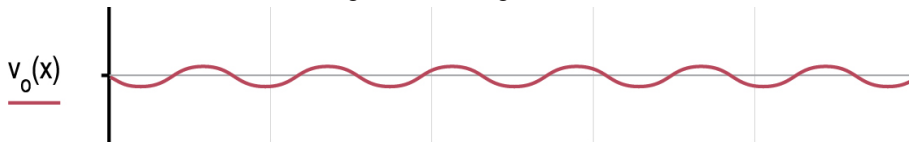


Fig. 11. Generatriz Imperfecta $\lambda = 7.6923$ cm

5.4 Calculo de la P crítica para cada configuración de Imperfección por el modelo discreto EF

Con el modo de pandeo de la 1er carga crítica se generó la geometría imperfecta como se muestra en la figura 6, en Abaqus se desarrolló una poligonal con esa forma y con ella una casca de revolución, la cual se muestra a continuación:

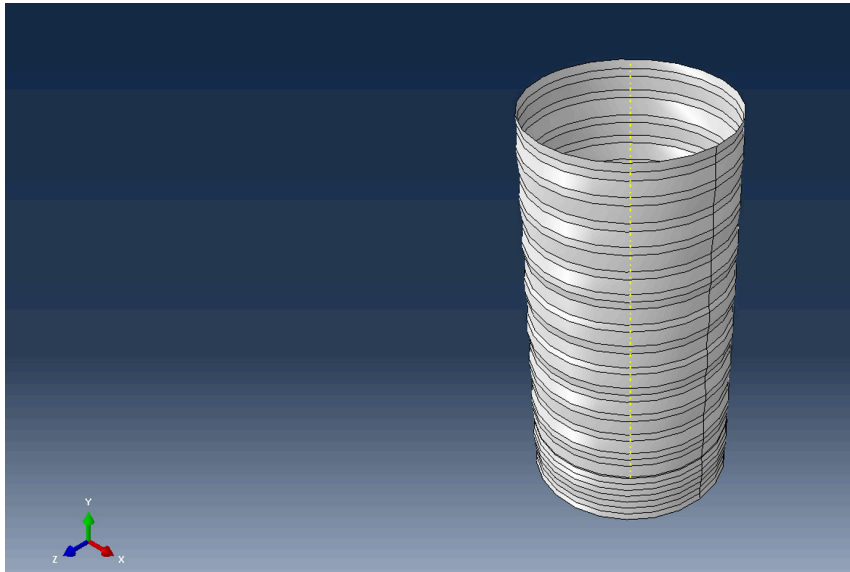


Fig. 12. Geometría Imperfecta

A partir de acá se calcularon las cargas críticas o autovalores de esta geometría imperfecta como se muestra a continuación:

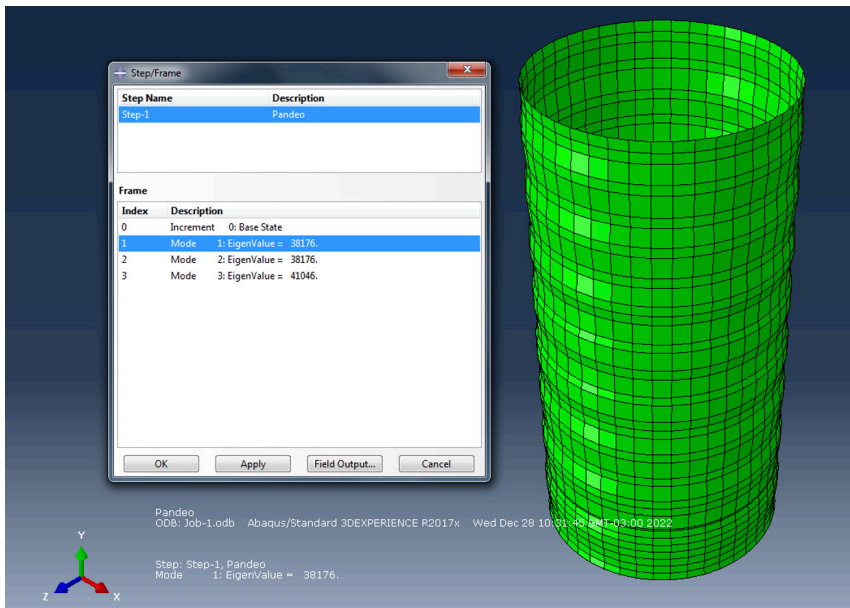


Fig. 13. Geometría Imperfecta autovalores

Se puede observar que el 1er autovalor de la geometría imperfecta es 38176 kg contra 105521kg de la geometría perfecta, o sea que la 1er carga crítica de la geometría imperfecta es el 36.178% de la perfecta

5.5 Comparación de los valores de la P crítica para cada configuración de Imperfección

En el cuadro a continuación se expresan, en porcentaje respecto de la P crítica de geometría perfecta, los valores de P crítica Imperfecta para cada configuración de imperfección, observándose que la diferencia entre ellas es despreciable. No lo es respecto del valor de la P crítica Imperfecta obtenida mediante el modelo por elementos finitos, el cual arroja un porcentaje del 36.178 % respecto de la P crítica perfecta $P.c = 114407 \text{ kgf}$

I	%Pc Perf Exacta	
75.487	0.778	N° de Ondas Incompleta
76.923	0.75425	modo simétrico
83.333	0.783365	modo antimétrico

Porcentaje Promedio = 77 %

Debido a esta diferencia en los porcentajes, (36.178% vs 77 %) se resolvió la ecuación diferencial aplicando el método de las Diferencias Finitas. Se expresa en el cuadro a continuación las diferencias de las P críticas para cada configuración de imperfección por ambos métodos (Exacto vs Diferencias Finitas)

I	%Pc Perf Exacta	%Pc Dif Fin	
75.487	0.778	0.7884	N° de Ondas Incompleta
76.923	0.75425	0.7645	modo simétrico
83.333	0.783365	0.7941	modo antimétrico

Pocentaje Promedio entre ambos métodos = 77.7 %

5.6 Conclusiones

Para el caso del cilindro de geometría perfecta, se observó que la diferencia entre la solución modelando el cilindro por elementos finitos, y la solución de la ecuación diferencial de la viga sobre lecho elástico, reemplazando la rigidez del lecho por la de un anillo de ancho unitario y espesor igual a la del cilindro era muy baja (ver página 5). En cambio, cuando se introduce una imperfección coincidente con la del primer modo de pandeo (o muy aproximada a ella) las diferencias son muy importantes (36.178 % por elementos finitos vs 77 % solución exacta y Dif. Finitas, respecto de la Pcrítica de la solución geometría perfecta ver página 12)

Queda pendiente, aun, refinar el modelo discreto para minimizar al máximo las diferencias entre ambos modelos.

Referencias

- 1-American Institute of Steel Construction, Specification for structural steel building, ANSI/AISC 360-05, Chicago USA, 2005.
- 2-Eurocode 1-6, Buckling calculation of agricultural steel silos, Europa, 2005.
- 3-API Norma 579/650, Los tanques de acero soldados para el almacenamiento de petroleo, Instituto Americano del Petroleo, Decima Edicion, Washington USA, Noviembre de 1998.
- 4-Lancaster E.R., Calladine C. R., Palmer S.C., Paradoxical buckling behaviour of a thin cylindrical shell under axial compression, Departament of Engineering of Cambrige, International Journal of Mechanical Sciences 42(2000) 843-865, Cambrige UK, March 1999.
- 5-Ifayefunmi O., Buckling behaviour of axially compressed cylindrical shells: Comparison of theoretical and experimental data, Faculty of Engineering Technology, Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM), 76100 Durian Tunggal, Melaka, Elsevier, Malaysia 2015.
- 6-Davoud Shahgholian-Ghahfarokhi, Gholamhossein Rahimi, Buckling load prediction of grid-stiffened composite cylindrical shells using the vibration correlation technique, Department of Mechanical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, 14115-111, Elsevier, Iran 2018.
- 7-Sosa E. M., Godoy L. A., Analisis computacional del pandeo de paneles cilindricos bajo presion uniforme, Mechanical and Aerospace Engineering Department West Virginia University USA - Departamento de Estructuras, FCEFyN Universidad Nacional de Cordoba Argentina, Revista Internacional de Metodos Numericos para Calculo y Dise~no en Ingenieria, Vol. 23, 2, 319-334 (2007).
- 8-Arbocz J., Bucking of conical shells under axil compression, California Institute of Technology, Pasadena California, National Aeronautics and Space Administration, Washington D. C., September 1968.

LA CALIDAD COMO INCERTIDUMBRE DEL DISEÑO

Eugenio F. Dattilo*¹, Juan Carlos Petras², Rodrigo Marcos Viale³, Marcelo Sama⁴

1. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Ingeniería Mecánica Avda Mitre 5050 Avellaneda (1874) Pcia De Buenos Aires -Argentina.

2. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Ingeniería Mecánica Avda Mitre 5050 Avellaneda (1874) Pcia De Buenos Aires -Argentina

3. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Ingeniería Mecánica Avda Mitre 5050 Avellaneda (1874) Pcia De Buenos Aires -Argentina

4. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Ingeniería Mecánica Avda Mitre 5050 Avellaneda (1874) Pcia De Buenos Aires -Argentina

*Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: *Correo electrónico: efdattilo@yahoo.com.ar

RESUMEN

El concepto de calidad ha ido evolucionando con el tiempo y en la misma medida diversificando y ampliando sus alcances. En el interior de las organizaciones productivas existe una permanente necesidad de orientar y resignificar las acciones de calidad en conceptos más integradores de su problemática, hallándose vínculos con la fiabilidad de los equipos y componentes diseñados y fabricados, su efectiva validación como adecuación a usos muchas veces disper-

sos, la disposición final, el impacto ambiental de fabricar y usar esos equipos o componentes entre otras cuestiones.

Este artículo busca plantear las nuevas tendencias y paradigmas modernos de la función calidad en las empresas productoras de bienes de capital y reingeniería basados en costos emergentes y el impacto en la organización interna que traen estos nuevos enfoques en un área técnica siempre dinámica como es la calidad.

INTRODUCCIÓN

En Taguchi's Quality Engineering Handbook (2004) el Ingeniero y estadístico Japonés Gen'ichi Taguchi estableció que la calidad no puede limitarse solo a cumplir determinados requisitos establecidos, como se sugiere en las normas de sus sistemas de gestión, en las que se la suele definir como "grado en la que un conjunto de características inherentes (de procesos y productos) cumple con los requisitos" (término 3.1.1. de ISO 9000:2015) esta definición y las normas que la sostienen son correctas y adecuadas en un cierto orden, pero crean confusión sobre como debe organizarse una empresa productiva,

Taguchi redefine a la calidad como "la medida de la incertidumbre del costo emergente del producto desarrollado" para este investigador la mayoría de los problemas de la calidad provienen de un diseño no adecuado o no situado, que proyecta como una sombra costos adicionales durante el ciclo de vida del producto.

En este enfoque distinto a los normativos, se vincula a la calidad de un producto con una incertidumbre, considerando que cuando se diseñan y desarrollan equipos, máquinas, partes o conjuntos industriales

se generan paralelamente fuentes potenciales de riesgo en todo su ciclo de vida incluyendo su impacto ambiental y su disposición final, ese riesgo tiene su correlato representativo en costos emergentes.

Por esta visión la calidad es entonces una incertidumbre, es decir un riesgo que se corre de generar sobrecostos en escenarios situados, fuera del alcance de lo desarrolladores y los fabricantes

Discusión: la calidad como riesgo

Como se ha dicho, aunque no se encuentran debidamente expresados, los nuevos paradigmas referenciales de la calidad la relacionan no con una certeza (cumplir requisitos) sino con la incertidumbre sobre que impacto adicional tendrá el producto cuando se lo fabrique, se lo instale se lo opere, se lo mantenga y se proceda a su disposición.

Este nuevo enfoque permite redefinir el concepto bajo dos premisas:

- La calidad no es certeza de cumplimiento de requisitos, sino un grado de incertidumbre. que se mide en la potencialidad de costos emergentes.
- El origen de esa incertidumbre es el diseño y desarrollo del producto no situado.

Vamos a ver como se movilizan estas definiciones.

La calidad como riesgo

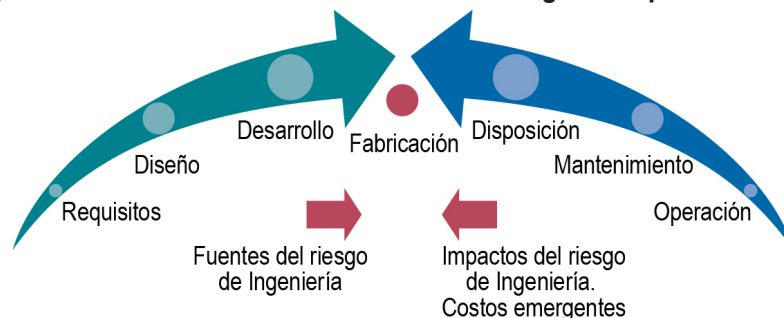
Existe consenso en estimar al Riesgo como “el efecto de la incertidumbre sobre los objetivos”, por lo que tomando al riesgo como un efecto potencial indeseado referenciado a los objetivos o resultados que se desean obtener, y la incertidumbre como “el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o el conocimiento de un evento, su consecuencia o probabilidad”. el riesgo resultante deriva entonces de la incertidumbre que se genera en cumplir objetivos por defectos, falencias o faltantes de información.

En el caso de los cuerpos o productos de Ingeniería que se fabrican para su uso intensivo o industrial, el riesgo queda comprendido en una estructura que define todas las funciones de Ingeniería: el diseño y desarrollo, la fabricación, la instalación y operación y el mantenimiento y disposición final; los objetivos definidos resultan la fiabilidad y la validación de estos productos resultando la fiabilidad el uso sin fallas del producto durante tiempos preestablecidos en el diseño y la validación la adecuación del producto a un uso o aplicación específica.

Ambos conceptos se estructuran en las funciones de Ingeniería y la incertidumbre en su cumplimiento genera el riesgo de Ingeniería motivo que nos ocupa entender.

Esta estructura de incertidumbre reúne las funciones de Ingeniería en dos escenarios de tensión mutua estímulo-respuesta, el del diseño y desarrollo que lleva a la obtención del producto y el de la operación y uso que concluye en la disposición. Ver figura 1.

Figura 1: estructura de tensión fuentes de riesgo vs impacto de riesgo



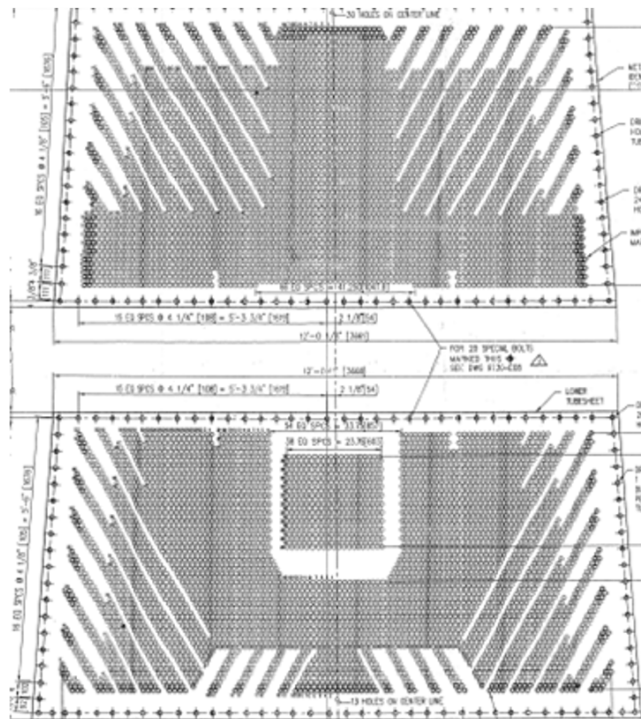
Los costos emergentes por diseño no situado:

Es muy común observar que aun en diseños bien ejecutados con las decisiones correctas de Ingeniería y los desarrollos adecuados, aparecen en uso y mantenimiento costos emergentes no esperados o inciertos al momento del diseño.

En el trabajo de investigación “Determinación del grado de ensuciamiento de condensadores de ciclos Rankine y combinados.” (2015) desarrollado en el Departamento de Mecánica de Regional Avellaneda de la UTN el director del proyecto, Ing. Juan Carlos Petras pone en cuestión problemáticas de la pérdida de régimen de una turbina de vapor de 280 MW utilizada en un ciclo combinado que toma agua del río.

Como antecedente un contratista de mantenimiento estudia por corrientes parásitas el grado de acumulación de suciedad y corrosión en el condensador del equipo con una muestra de 7008 mediciones sobre un total 19584 tubos de latón almirantazgo que se dividen en las dos cámaras del condensador, como se observa en la figura 2:

Figura 2: Distribución de los 19584 tubos de un condensador de una máquina de 280 MW



La acumulación de ensuciamiento en los tubos y otros fenómenos como la corrosión producen una sensible baja del rendimiento de todo el conjunto de generación de energía con la consiguiente aparición de costos emergentes.

El contratista genera un informe dando un listado detallado de fallas y un gráfico de distribución. Si bien la muestra de la población es importante, en el informe realizado por los especialistas no se podía obtener una conclusión del problema ni identificar las zonas más perjudicadas, con lo cual no podía llegarse a la causa raíz del mismo

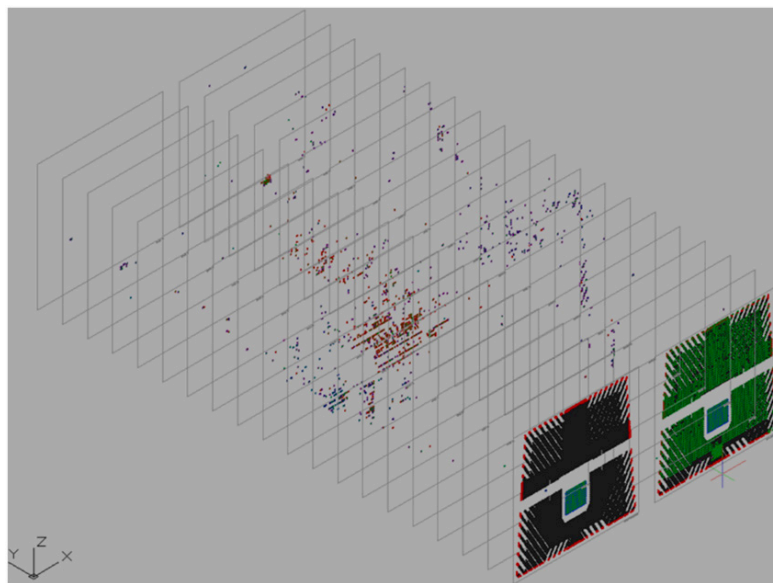
Lo que se realizó en el proyecto del Ing Petras y su equipo de trabajo en la Facultad es tomar todos los datos y llevarlos a un perfil en 3 dimensiones donde se ve la zona con mayor concentración

de fallas, en una de las dos cámaras de mazos de tubos. Básicamente lo que ocurría es que la mayor cantidad de tubos con problemas se hallaba en la zona de descarga de agua de reposición al ciclo donde se agrega agua que lleva un producto con hidracina para controlar el oxígeno en el ciclo.

Cuando la hidracina ingresa con la alta temperatura se descompone en amoniaco que en contacto con el cobre de los tubos de latón almirantazgo genera aminas que a su vez producen un proceso de corrosión y posterior falla, por lo tanto solo cuando se realizó el análisis 3D se pudo encontrar y concebir el problemas y su causa raíz. La figura 3 muestra el resultado del 3d donde puede apreciarse la concentración de tubos

Un detalle más específico puede encontrarse en el video producido por el equipo de investigación a cargo del Ing. Petras para el IV seminario Nacional de Energía y su uso eficiente (2016).

Figura 3 Imagen 3D generada en el software del proyecto



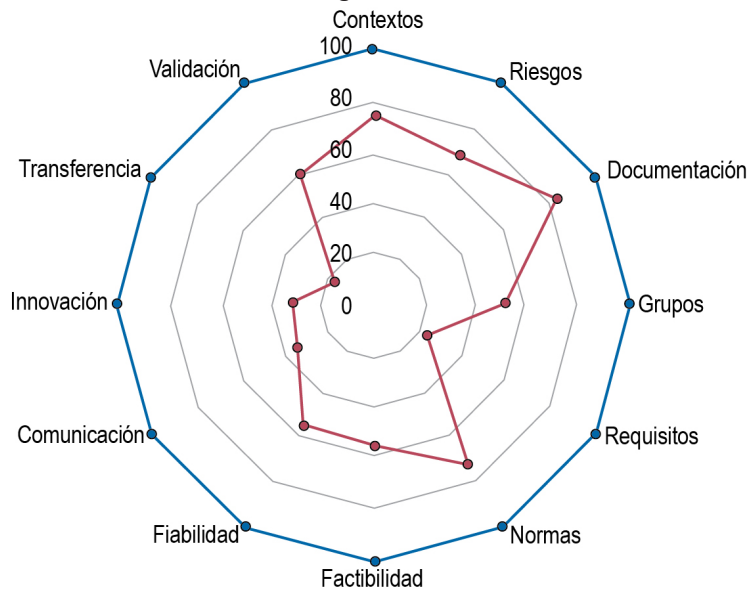
Como se observa el condensador trabajó durante mucho tiempo con una merma en su rendimiento produciendo el costo emergente cuyo origen es la falta de información sobre su comportamiento situado.

En mantenimiento existe el concepto de desgaste natural cuando las fallas pueden ser previstas en el diseño, como es este caso a fin de aplicar acciones preventivas cuando se domina el tiempo de suceso o predictivas cuando este tiempo es incierto, en este caso la acción predictiva recomendada (estudio por corrientes parásitas) no logra identificar el problema su inicio y evolución, debiendo el equipo convivir con bajos rendimientos y costos emergentes adicionales a los previstos.

Los cambios en la organización, la información

En el proyecto “Estudio del rol de la Universidad en el diseño moderno de las Buenas Prácticas de Ingeniería (BPI) y determinación del estado del escenario industrial de aplicación en los ámbitos de vinculación de la UTN FRA” (2019) se estudió el escenario de aplicación de buenas prácticas de Ingeniería en 12 empresas, el siguiente diagrama de figura 4 muestra el estado observado de la intensidad de aplicación de descriptores de buenas prácticas:

Figura 4. Descriptores de intensidad organizativa para aplicación de buenas prácticas de Ingeniería



Puede observarse que si bien los productos surgidos de esas empresas quedan bien documentados, la estructura organizativa para determinar requisitorias (finalmente necesidades de aplicación) es muy baja pudiéndose concluir que al no dominarse el ámbito de aplicación y sus necesidades con información suficiente se crea un escenario incierto de uso aun con productos bien diseñados y fabricados de acuerdo a sus desarrollos.

Es muy común confundir los requisitos documentados con las necesidades reales que los generan, por lo tanto el ciclo transformar necesidades en requisitos y requisitos en especificaciones es una fuente de incertidumbre sobre el comportamiento real del producto en situación de uso.

Conclusiones

Este nuevo enfoque cualitativo ha provocado en grandes empresas cuyos productos tienen logística y distribución en múltiples mercados internacionales un desplazamiento de la función calidad de su locación histórica en áreas de fabricación y producción hacia las actividades de diseño y desarrollo, ya que siguiendo a Taguchi es allí donde se generan los problemas de calidad con impacto en costos emergentes, especialmente en productos con dispersión de uso y aplicación no situada.

En el trabajo presentado en el VII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica, "Riesgos de Ingeniería en el alcance de las actividades reservadas del Ingeniero Mecánico" (2021) se puso bajo estudio a 16 empresas productoras de cuerpos de Ingeniería definidos en las Actividades Reservadas del Ingeniero Mecánico (RES ME1254 - 2018) solo dos empresas referían estudios sobre costos emergentes de sus productos y presencia de calidad en áreas de desarrollo e Investigación de producto.

Por otro lado la tendencia del mercado es generar una función especial de Ingeniería denominada Ingeniería de requisitos cuyo objeto es reducir la incertidumbre que genera una deficiente información de entrada a las especificaciones que define el diseño. Del estudio anterior 7 de las 16 empresas muestran indicios de tratar la necesidad específica que genera el producto, pero esas

empresas trabajan con diseño vincular, es decir diseños para una aplicación específica, cuando se pierde lo vincular desaparece la actividad de explorar necesidades y requisitos.

Sabiendo que la calidad como grado se pierde cuando en las fases de fabricación, instalación, uso mantenimiento y disposición suceden costos emergentes, no previstos en el diseño las organizaciones no pueden desligarse de sus responsabilidades en acotar la incertidumbre que generan sus desarrollos.

Por otro lado en la Argentina las organizaciones deben adecuarse al contexto Internacional si desean compartir experiencias significativas sobre como diseñar y desarrollar sus productos, haciéndose cargo del ciclo de validación y fiabilidad, de la reducción de costos ambientales y del potencial impacto negativo de la disposición final, para lo cual es necesario que la función calidad se asocie al diseño y desarrollo.

Referencias

[1]TAGUCHI. Taguchi s Quality Engineering Handbook (2004). wiley-interscience.

[2]PETRAS Métodos detectados en la práctica para detectar problemas en condensadores. (2016) IV Seminario Nacional de energía y su uso eficiente. https://o365fautneduarmy.sharepoint.com/:v:/g/personal/jpetras_fra_utn_edu_ar/EcGyXe8Sw7pNhzYSZVssrkUBttoaBE7fzjHzPbl5S-cu9Kg

[3]DATTILO. “Riesgos de Ingeniería en el alcance de las actividades reservadas del Ingeniero Mecánico” (2021) VII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica -CAIM 2021 -

REDUCCIÓN DE LA DISTORSIÓN NO LINEAL EN OSCILADORES POR DESFASE ACTIVO TETRAFÁSICOS MEDIANTE EL EMPLEO DE RECTIFICACIÓN MÚLTIPLE

Luis Napolitano*, Marcelo Daniel Leo, Diego Adán Scharf

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Departamento de Electrónica, Laboratorio de Investigación Aplicada, Av. Ramón Franco 5050, Avellaneda, Buenos Aires, Argentina.

**Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: lnapolitano@fra.utn.edu.ar*

RESUMEN

Se presenta una metodología que permite una mejora de la linealidad en los osciladores tetrafásicos basados en redes de desfase, para su empleo en la generación de ondas senoidales de baja distorsión.

Mediante una rectificación de las cuatro fases presentes en este tipo de osciladores, se propone una modificación de la señal que controla al compensador automático de amplitud. Esta modificación, mejora en modo relevante las características de la señal de control, al variar la frecuencia y forma de onda. Dado que en bajas frecuencias, el controlador automático de amplitud es un factor predominante de alinealidad en estos sistemas, se infiere que la disposición de una señal de control optimizada, produce una disminución en la distorsión armónica total de las señales generadas.

Se diseñó, construyó y midió un prototipo funcional, que mediante modificaciones circuitales, permitió realizar la autocomparación entre la rectificación tetrafásica propuesta y la monofásica (de empleo habitual en equipos comerciales). A partir de las mediciones instrumentales, se halló una mejora significativa (hasta 40 veces) al implementar la técnica propuesta.

Palabras Clave: Rectificación tetrafásica, Generador senoidal, Alinealidad, Distorsión.

ABSTRACT

A methodology is presented that allows an improvement of the linearity in four-phase oscillators based on phase shift networks, for use in the generation of low distortion sinusoidal waves.

Through a rectification of the four phases present in this type of oscillators, a modification of the signal that controls the automatic amplitude compensator is proposed. This modification significantly improves the characteristics of the control signal, by varying the frequency and waveform. Since at low frequencies, the automatic amplitude controller is a predominant factor of non-linearity in these systems, it is inferred that the provision of an optimized control signal produces a decrease in the total harmonic distortion of the generated signals.

A functional prototype was designed, built and measured, which by means of circuit modifications, allowed self-comparison between the proposed tetrphase rectification and the single phase rectification (commonly used in commercial equipment). From the instrumental measurements, a significant improvement (up to 40 times) was found when implementing the proposed technique.

Key Words: Tetrphase rectification, Sine generator, Alignment, Distortion.

INTRODUCCIÓN

Los osciladores senoidales naturales, en general, se basan en una red de realimentación que presenta alguna característica de realce o atenuación en alguna frecuencia particular (Boylestad R. y Nashelsky, 2009); sin embargo, la desventaja que presentan estas redes, es que son intrínsecamente inestables en amplitud debido a las asimetrías del control de frecuencia (MAXIM, 2006). En 2019, Napolitano et al. cuantificaron el grado en que la compensación de esta asimetría deriva en un incremento de la distorsión (generada por un necesario controlador automático de amplitud). Un método alternativo, que produce una mejora en la linealidad del sistema, ha sido propuesto en 2020 por Napolitano et al., cuya implementación, incorpora redes intrínsecamente estables (en amplitud) en un oscilador por rotación de fase y mediante el empleo de dos desfases activos, dos inversores, un controlador de amplitud y circuitos asociados, se conforma un generador senoidal tetrafásico. La Figura 1 muestra el esquema descrito, donde se observa la disposición de cuatro señales de salida desfasadas 90 grados entre sí (Figura 2).

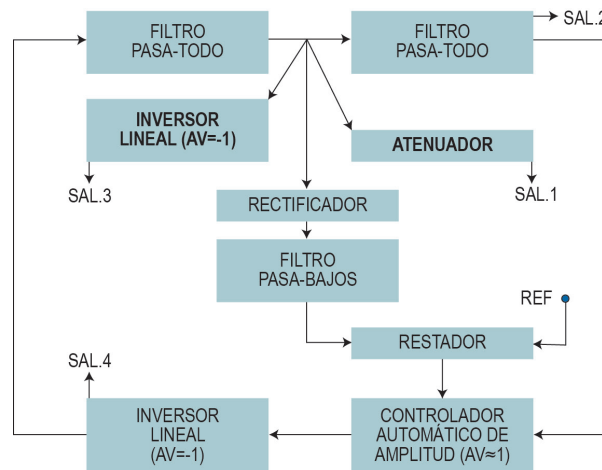


Figura 1. Generador tetrafásico con rectificación simple.

En la Figura 3, puede apreciarse la forma de onda de la señal que la etapa rectificadora entrega al filtro de paso-bajo (Figura 1). Se aprecia el rizado típico de un rectificador de media onda, tales como los que incorporan habitualmente los equipos comerciales (Philips, 1972; GWINSTEK, 2007).

Figura 2. Salidas desfasadas 90°.

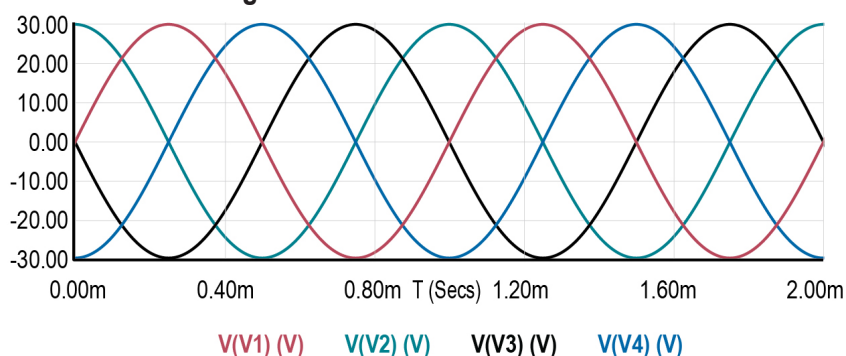
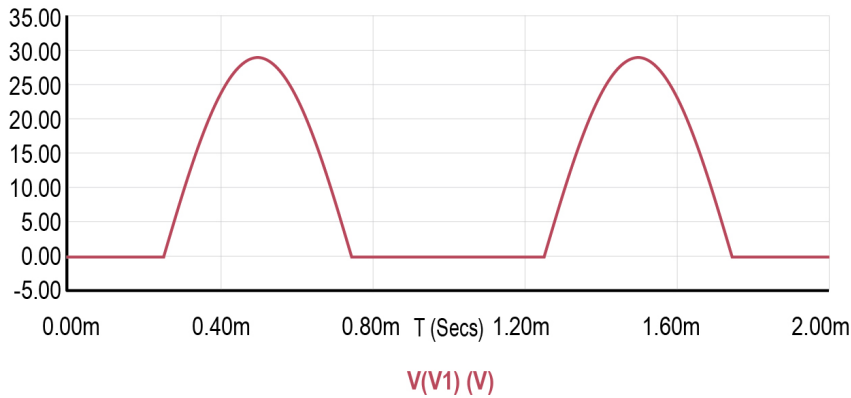


Figura 3. Salida del rectificador.



DESARROLLO

La ondulación de la señal que la etapa rectificadora entrega al filtro de paso-bajo, constituye una fuente importante de distorsión no lineal, pues el filtro no es ideal y mantiene parte del rizado en su salida. Obsérvese en la Figura 1, que el controlador automático de amplitud se comporta como un amplificador de ganancia controlable por tensión y si dicha señal de control contiene un rizado, se producirá una modulación en amplitud de la señal “amplificada”, por lo que se infiere, que una forma de mejorar la linealidad de estos generadores, será disminuyendo el rizado mencionado.

El sistema tetrafásico, al posibilitar la disposición simultánea de sus cuatro salidas (Figuras 1 y 2), permite implementar una rectificación tetrafásica de las mismas y consecuentemente, se mejoran las características de la señal que la etapa rectificadora entrega al filtro de paso-bajo (Figura 4). Si se lo compara con el sistema convencional monofásico, se eleva la frecuencia y se mejora el factor de cresta (menor amplitud de las componentes de corriente alterna para un determinado valor de continua); características que facilitan el filtrado.

Dadas estas premisas, se propone la modificación del circuito de rectificación y su correspondiente adaptación al generador, para disminuir finalmente, la distorsión no lineal del sistema.

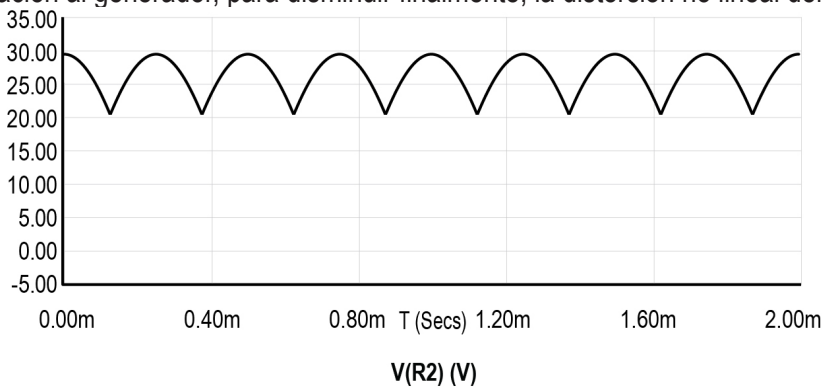


Figura 4. Salida del rectificador tetrafásico.

La Figura 5 resume en un doble gráfico temporal, las cuatro señales de salida y la correspondiente comparación entre los sistemas de rectificación detallados; se aprecia la significativa mejora mencionada para la rectificación tetrafásica (mayor frecuencia y menor factor de cresta).

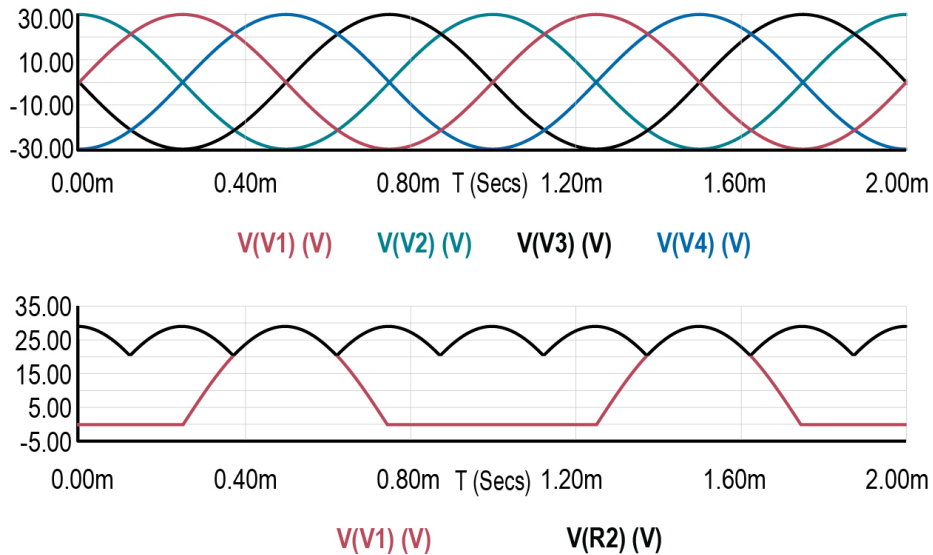


Figura 5. Mejora comparativa del rectificado tetrafásico.

El esquema de la Figura 6, presenta la modificación que se le ha realizado al generador original.

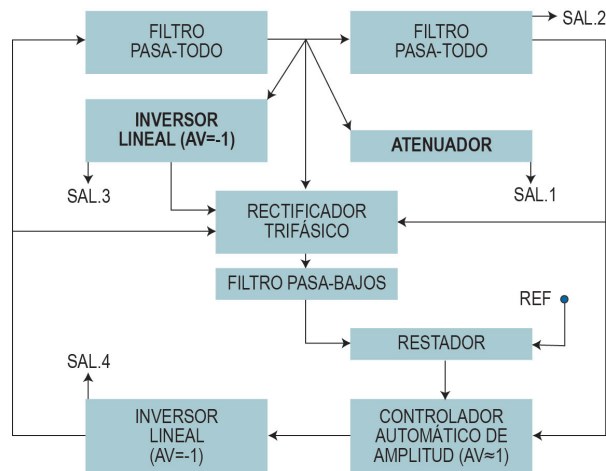


Figura 6. Implementación del rectificado tetrafásico.

Para cuantificar las mejoras que en el presente trabajo se plantean, se realizó una auto-comparación de la distorsión del sistema, configurando el rectificador en el modo convencional y posteriormente en el modo de rectificación tetrafásico; manteniendo constante para todos los casos,

un tiempo de estabilización de amplitud de 0,7 segundos. Para ello, se ha intervenido el circuito del generador, agregándosele un rectificador tetrafásico y haciendo las adaptaciones correspondientes que permiten operar de este doble modo, según la necesidad del ensayo. Cabe destacar, que esta mejora se puede implementar a un costo muy bajo, prácticamente despreciable frente al valor del equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para ejecutar las mediciones de linealidad y hacer la comparación correspondiente, se utilizó un analizador de distorsión armónica total (y ruido) por supresión de la frecuencia fundamental (GWINSTEK, 2018).

La Figura 7 expone las curvas características de distorsión armónica en función de la frecuencia, para ambos modos de operación del rectificador. Se observa para las frecuencias más bajas, una significativa reducción de la distorsión en el sistema que emplea rectificación tetrafásica (hasta de cuarenta veces).

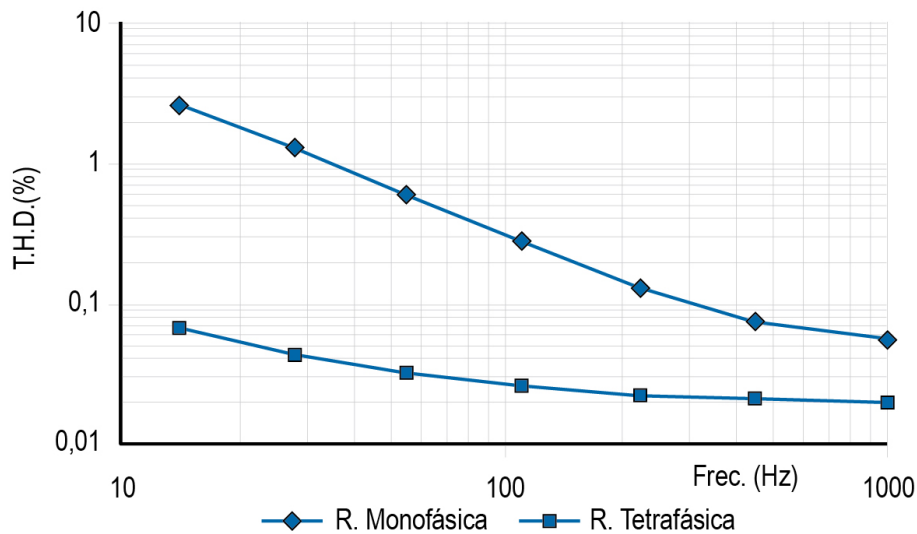


Figura 7. Distorsión para ambos tipos de rectificación.

Por otro lado, para obtener una imagen temporal representativa de la forma de onda de las componentes no deseadas, se construyó el esquema presentado en la Figura 8. En el trazo del canal 2 del osciloscopio, se grafica una de las salidas del generador; mientras que el trazo del canal 1, presenta el resultado de inyectar esa salida a un Filtro Notch sintonizado a la frecuencia de oscilación, de modo que lo que se observa, es la forma de onda representativa del contenido armónico más el ruido. Nótese que debido a la drástica reducción de la distorsión que genera la rectificación tetrafásica, ha sido necesario incluir un amplificador que gana 30 veces, para incrementar el rango dinámico del sistema de medida.

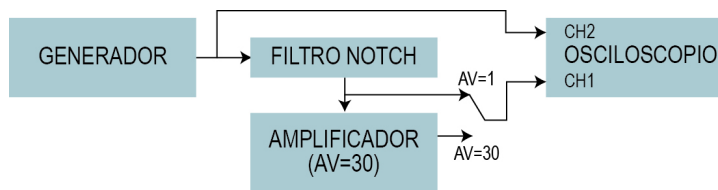


Figura 8. Circuito “visualizador” de la distorsión.

Las Figuras 9, 10 y 11 corresponden a las diversas mediciones en que se ha implementado el esquema de la Figura 8. Nótese la significativa reducción de amplitud de las componentes de distorsión (debido a la utilización del rectificado tetrafásico) al comparar los barridos superiores en las Figuras 9 y 10.

La Figura 11 (al igual que la Figura 10) corresponde al rectificado tetrafásico, pero en este caso, se incluye una amplificación de 30 veces, necesaria para observar las componentes de distorsión en la misma escala del osciloscopio; hecho que permite visualizar la mejora en la linealidad.

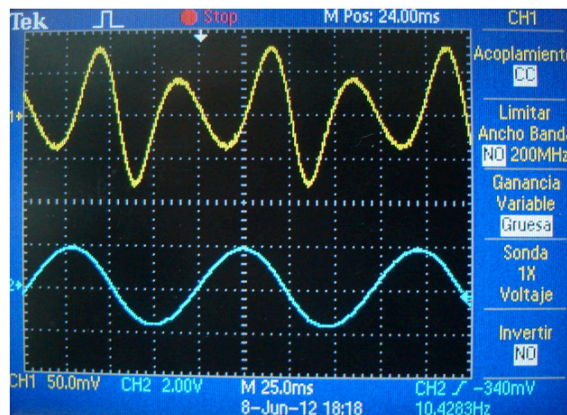


Figura 9. Funcionamiento con rectificación monofásica, (AV=1).

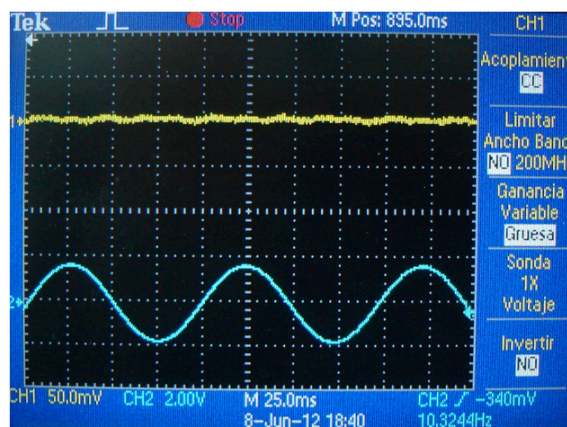


Figura 10. Funcionamiento con rectificación tetrafásica, (AV=1).

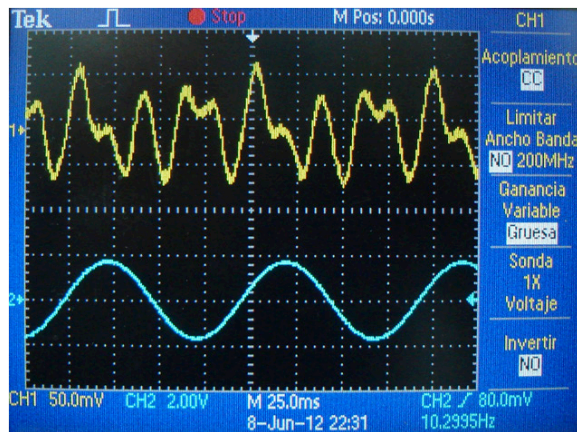


Figura 11. Funcionamiento con rectificación tetrafásica, ($AV=30$).

CONCLUSIONES

Los resultados hallados, muestran un significativo aumento de la linealidad en la generación de ondas senoidales cuando se emplea el rectificado múltiple, en un sistema tetrafásico; lo que demuestra la importancia de disminuir el rizado de la señal que la etapa rectificadora entrega al filtro de paso-bajo. Un modo diferente al propuesto, que es utilizado por equipos comerciales para reducir la distorsión, es la disminución de la frecuencia de corte del filtro para algunas escalas, pero ello aumenta la demora para realizar los ensayos en las frecuencias más bajas. El modo planteado de rectificación multifase, se presenta así, como una alternativa válida para mejorar los sistemas convencionales.

Por otro lado, considerando que el modo de generación de cuatro señales (Figura 1), también podría ser aplicado a n -señales; se plantea entonces, la posibilidad de realizar un rectificado de las n -señales y consecuentemente, ampliar las posibilidades de reducción de alinealidades, principalmente para bajas frecuencias.

REFERENCIAS

- Boylestad R. y Nashelsky. (2009). Capítulo 14: Realimentación y Circuitos Osciladores. Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Pearson, México.
- GWINSTEK (2007). Audio signal generator GAG-809/810. User manual. User manual part number no. 82AG-810000MG.
- GWINSTEK (2018). Automatic Distortion Meter GAD-201G. User manual.
- MAXIM INTEGRATED PRODUCTS (2006). Application note 3846: Analysis of a Digitally Controlled Wien-Bridge Oscillator. Disponible en: <http://www.maxim-ic.com/an3846>.
- NAPOLITANO L.; LEO M., SCHARF D., BRANCHIFORTTI A. (2019). Alinealidad del compensador automático de amplitud en osciladores puente de Wien. Rumbos Tecnológicos. Volúmen 11 – Octubre 2019. ISSN 1852 – 7701. Pág. 53 – 60.

NAPOLITANO L.; LEO M., SCHARF D. (2020). Generación de ondas senoidales mediante la inserción de desfases activos en un sistema tetrafásico. Rumbos Tecnológicos. Volúmen 12 – Noviembre 2020. ISSN 1852 – 7701. Pág. 113 – 118.

PHILIPS (1972). Oscilador de Audio PM – 5160. Manual de servicio.

LINEAMIENTOS Y NUEVOS DISEÑOS CURRICULARES PARA LA FORMACIÓN DE INGENIERAS E INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Ana María Kozak*

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Avenida Ramón Franco 5050, Villa Domínico, Buenos Aires, Argentina

**Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: akozak@fra.utn.edu.ar*

RESUMEN

En el marco del cambio curricular que atraviesa la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda el presente artículo tiene el propósito de contribuir a la reflexión sobre la implementación de los nuevos diseños curriculares que impacta en las prácticas docentes de planificación, de enseñanza y evaluación. Desarrollaremos en primer lugar, las principales características de los documentos institucionales aprobados por el CSU: Lineamientos Generales para Diseños Curriculares de Ingeniería y Lineamientos Generales para el Proceso de Adecuación Curricular; documentos que han sentado las bases para dicho proceso de renovación. Plantearemos, en segundo lugar, una revisión teórica sobre el campo de lo curricular. Finalmente, avanzaremos con un análisis de los nuevos diseños que plantean competencias de egreso y una aproximación a las orientaciones que brindan en relación al trabajo diario en las aulas.

Palabras Clave: Diseño Curricular - Curriculum - Competencia

ABSTRACT

Considering the current changes within the curricula that Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Avellaneda is undergoing, this article aims at reflecting upon the implementation of new curricula designs that have an impact on the teaching practices of planning, teaching and assessment. In the first place, we'll develop the main features of the institutional documents that have been accepted by the CSU: General Guidelines for the Curricular Design of Engineering and General Guidelines for the Process of Curricular Adaptation, documents that have laid the foundations for the renovation process. Secondly, we'll set out a theoretical revision of curricular fieldwork. Finally, we'll deal with an analysis of the new designs that contemplate graduate's competencies and an approach to daily classroom practice.

Key words
Curricula Designs - Curriculum - Competence

INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) está transitando un proceso de renovación curricular que parte de una nueva mirada sobre los perfiles y alcances de las especialidades, sobre las

características de la formación y su vinculación con el trabajo profesional en el marco de las nuevas demandas que se le plantean a la Universidad en el Siglo XXI.

La Resolución Ministerial 1254/2018 sobre nuevas actividades reservadas a cada una de las especialidades, el Libro Rojo (2018) del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) así como las Resoluciones Ministeriales de Contenidos Curriculares Básicos, Carga Horaria Mínima, Criterios de Intensidad de la Formación Práctica y Estándares para la Acreditación (2021) constituyen importantes antecedentes del proceso de renovación curricular actual.

La UTN ha iniciado este proceso con la aprobación de la Ordenanza 1753 del Consejo Superior Lineamientos Generales para Diseños Curriculares de Ingeniería del 05 de marzo 2020. Sobre esta base y como resultado de un trabajo al interior y entre las Facultades Regionales se aprobó tiempo después la Resolución N.º 368/2021 Lineamientos Generales para el Proceso de Adecuación Curricular. Estas normas han sentado las bases para la elaboración posterior de las Ordenanzas del Consejo Superior que aprueban los diseños curriculares de cada especialidad y constituyen un pilar fundamental en el proceso de renovación curricular, ya que señalan las principales orientaciones del cambio propuesto.

No obstante, un proceso de renovación curricular no depende solamente de la prescripción que establecen las normas, sino que depende de manera significativa en la forma en que cada docente implementa nuevas propuestas de enseñanza y de evaluación, del vínculo que se establece entre las asignaturas y el perfil de graduación y de las experiencias que se le brindan al claustro estudiantil. Por eso, en un proceso de renovación curricular el compromiso que la comunidad académica adopte es fundamental.

A continuación, revisaremos las principales características de las normas mencionadas y repasaremos algunos elementos en torno al complejo campo del currículum con el fin de brindar conceptos y orientaciones básicas que permitan conocer el cambio curricular en las carreras de Ingeniería que se desarrollan en la UTN.

Lineamientos Generales para Diseños Curriculares de Ingeniería

En este documento normativo aprobado el 05 de marzo de 2020 se plantea el perfil, la visión y la misión de la UTN en el escenario social actual y se sostiene la necesidad de establecer una estructura curricular común para todas las carreras, actualizar las propuestas de enseñanza, establecer nuevos perfiles y alcances para las especialidades, equiparar los títulos a estándares internacionales, considerar las tendencias actuales de la formación (a través de un modelo de formación centrado en la actividad estudiantil y el enfoque de las competencias), del desempeño profesional, con el fin de dar respuesta a las nuevas demandas que se plantean a la Universidad en el Siglo XXI, integrando la enseñanza a la investigación, al desarrollo tecnológico y a la transferencia al medio.

En este sentido, los Lineamientos enfatizan la importancia de elaborar nuevos diseños curriculares que avancen

sustancialmente respecto del concepto tradicional del ingeniero para atender las demandas y necesidades de la sociedad en general y del mercado laboral en particular, que hoy en día aparecen signados por nuevos paradigmas tecno-productivos, basados en el espectacular avance de las tecnologías de la información y la comunicación pero también por la responsabilidad ética de los profesionales frente a requerimientos sociales, cada vez más explícitos, de respeto medioambiental y preservación de recursos para las

generaciones futuras, que en el ámbito técnico se expresan mediante la concepción del desarrollo sostenible y teniendo en cuenta la configuración de nuevos espacios transdisciplinarios. (Ordenanza 1753, 2020, p. 13)

Se establece también que el Perfil de la Ingeniera y el Ingeniero Tecnológico apunta a un graduado/a que

posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que lo habilite para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas en forma sistémica, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales desde una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad. (Ordenanza 1753, 2020, p.14)

Y, en este marco, se afirma que la y el novel ingeniera/o

no sólo debe saber, sino también saber hacer y que el saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. Trabajar por competencias, o integrar de manera intencional las competencias, supone un marco que facilita la selección y tratamiento más ajustados y eficaces de los contenidos impartidos. (Ordenanza 1753, 2020, p. 17)

De esta manera, la Universidad, a través de los Lineamientos expresa la necesidad de dar respuesta a las demandas de la sociedad, del mercado laboral, y de los nuevos paradigmas tecnoproductivos. Se establece la necesidad de plantear un modelo de formación centrado en competencias, tanto genéricas y comunes a todas las carreras como específicas de cada especialidad.

Son antecedentes de este posicionamiento el Libro Rojo (2018) y el Libro Azul (2014) del CONFEDI, donde encontramos que el organismo entiende que “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” (CONFEDI, 2014, p. 16). Asimismo, para su mejor tratamiento, elaboran una clasificación de las competencias considerando cuáles son comunes a todos los estudios de ingeniería y cuáles aluden específicamente a una determinada titulación. Esto es porque, en la actualidad, resulta necesario que la formación acredite no sólo los conocimientos y las habilidades para el efectivo desempeño en un puesto de trabajo en torno a la especialidad, sino también, una formación que permita el desempeño con eficiencia, autonomía, ética y compromiso social en contextos diferentes, heterogéneos y cambiantes de las y los noveles graduadas/os en sus primeros años de actuación profesional” (CONFEDI, 2014, p. 17)

También, en los Lineamientos se define qué expresa un diseño curricular como programa de formación. Se señala la importancia de un diseño curricular flexible, que equilibre las competencias con distintos tipos de saberes, que incorpore las tecnologías, que vincule la formación con los problemas básicos de la profesión y prevea espacios para generar propuestas inter y transdisciplinarias. En este sentido, como refiere Torres Santomé (2012), al señalarse la inclusión de propuestas interdisciplinarias en un proyecto formativo se hace referencia a espacios que aborden los problemas profesionales integrando distintos tipos de saberes, y que apunten al desarrollo competencias genéricas y específicas de egreso. Según este autor, puede entenderse que una propuesta formativa es transdisciplinaria cuando avanza hacia una propuesta mayor de integración, borrando las especificidades de cada disciplina

Además, definen una concepción de aprendizaje y ofrecen orientaciones para la enseñanza, priorizando aquellas estrategias que apunten a la formación de competencias de egreso. En este sentido, se señala que

cuando se habla de formación centrada en el estudiante, se hace referencia a que se da especial importancia a las formas de aprender y a la participación de alumnos y alumnas. A la vez, el rol de los docentes también cobra centralidad. Ya que el proceso de enseñanza implica diseñar diversidad de actividades y favorecer distintos procesos interactivos que contribuyan a generar condiciones para mejores aprendizajes. (Ordenanza 1753, 2020, p. 26)

Se plantean la importancia de considerar, además de la función de acreditación de asignaturas la función formativa de la evaluación y la importancia de plantear instrumentos de evaluación acordes a las competencias que se procuran desarrollar.

Asimismo, se establecen principios generales hacia los que deben tender los diseños curriculares, criterios para estructurar los diseños curriculares (carga horaria, organización de áreas, bloques y asignaturas, características de la formación práctica, de los espacios interdisciplinarios). Finalmente establecen una estructura común para los nuevos diseños curriculares.

El 30 de junio de 2021, se aprueba la Resolución del Consejo Superior N.º368, Lineamientos Generales para el proceso de adecuación curricular. Esta norma establece los criterios a considerar y los elementos a incluir en la formulación de los diseños curriculares de cada una de las especialidades de ingeniería, así como la necesidad de definir dos instrumentos adicionales:

- La matriz de tributación para explicitar la relación entre cada asignatura y las competencias genéricas y específicas que cada especialidad desarrollará en sus graduados,
- La planificación para establecer pautas para la elaboración de los Programas Analíticos y la planificación de las asignaturas con el fin de establecer un modelo común en el cual se visualice el modelo de formación propuesto para cada especialidad.

La descripción precedente nos permite acercarnos a la complejidad del campo de lo curricular. Por eso, antes de enfocarnos en los nuevos diseños curriculares de la Universidad, realizamos un breve recorrido conceptual.

¿Qué se entiende por currículum?

La teoría del currículum es un campo disciplinar de larga discusión a nivel internacional -aún hoy vigente- cuyo origen, como refiere Camilloni (2001),

comienza a constituirse a principios del siglo XX y pone en duda lo que las tradiciones, como capas geológicas, habían ido acumulando en los programas de formación que se ofrecían en las escuelas y en las universidades. Este proceso estuvo acompañado, por supuesto, por una revisión crítica acerca del papel social que tienen las instituciones educativas. Fue una de las consecuencias de la creación de los sistemas nacionales de educación en el tiempo del surgimiento de los estados-nación y de la interrogación consiguiente acerca de cuáles son las funciones sociales que las [instituciones educativas] deben tener. (Camilloni, 2001, p. 23)

En este sentido, tanto Terigi (1999), Camilloni (2001), Feeney (2007) como Gvirtz y Palamidessi (2014) señalan que la construcción de este campo teórico y práctico introduce el término currículum desplazando al concepto de programa o plan de estudios. Este cambio conceptual significó comprender que la construcción de un programa de formación es algo más complejo que sólo enunciar

una secuencia organizada de asignaturas, es, al decir de Alba (1998), una propuesta política educativa. La autora entiende al currículum como

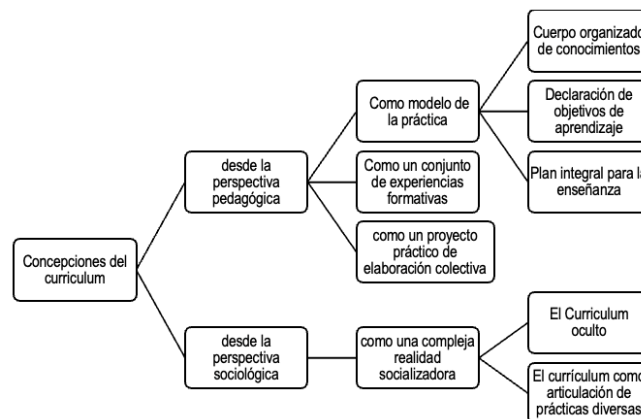
la síntesis de elementos culturales (conocimientos, valores, costumbres, creencias, hábitos) que conforman una propuesta político-educativa pensada e impulsada por diversos grupos y sectores sociales cuyos intereses son diversos y contradictorios, en donde algunos de éstos son dominantes y otros tienden a oponerse y resistirse a tal dominación o hegemonía. Síntesis a la cual se arriba a través de diversos mecanismos de negociación, lucha e imposición social. Propuesta conformada por aspectos estructurales-formales y procesales-prácticos, así como por dimensiones generales y particulares que interactúan en el devenir de los currícula en las instituciones sociales educativas. Devenir curricular cuyo carácter es profundamente histórico y no mecánico y lineal. Estructura y devenir que se conforman y expresan a través de distintos niveles de significación. (de Alba, 1998, p. 41)

A su vez, en la diversidad de producciones del campo teórico, respecto al plan de estudio, se entiende al currículum como

un objeto más complejo, que es algo que llevado a la práctica genera diversas experiencias en los estudiantes y que estas experiencias, que son decisivas en el tipo de aprendizaje que los alumnos realizan, están determinadas no sólo por el nombre de las materias, por un conjunto de títulos de temas para cada una de estas materias, estos es, por los programas de cada materia, sino que dependen de manera significativa de las formas en que se enseñan, de las modalidades con que se evalúan los aprendizajes y de los ambientes institucionales donde se llevan a cabo. (Camilloni, 2001, p. 24)

Respecto a los alcances de las teorías, se aprecia una amplitud de posicionamientos que devienen en diversas vías para la comprensión y análisis de la teoría del currículum; Stenhouse 1991; Terigi 1999; Gimeno Sacristán, 2007; Bolivar, 2008. En particular, Terigi (1999), señala que el campo en torno al currículum “convierte a éste en objeto de una serie de análisis, debates e investigaciones que, como puede suponerse, generan nuevas perspectivas y enriquecen sus sentidos” (Terigi, 1999, p. 17). Como ejemplo, en la figura 1 puede observarse cómo dos perspectivas, la pedagógica y la sociológica, pueden ser analizadas en su función social, por ser el enlace entre la sociedad y una institución educativa.

Figura 1: Dos concepciones para abordar el estudio del currículum.



Fuente: Elaboración propia.

También, hay teoría sobre el currículum que puede ser asociado a un texto perfectamente identificable, Terigi (1999), Camilloni (2001), Gimeno Sacristán (2004) y Gvirtz y Palamidessi (2014). Una prescripción, aunque parcial, unificada, sistemática y oficial que establece una selección cultural estructurada bajo claves psicopedagógicas de esa cultura que representa un proyecto formativo en el contexto de un ámbito educativo. Pero, también, señalan -tal como lo explica Camilloni (2001)- que

Este currículum, el “currículo establecido”, no siempre es igual al currículum realmente enseñado y suele haber diferencias entre lo que está escrito y lo que es enseñado. Cabe preguntarnos, entonces, ¿por qué no todo lo que está escrito es enseñado? o ¿por qué se enseñan muchas cosas que no son las que están escritas? o también ¿por qué en el momento de enseñarlas se produce una interpretación acerca de lo que está escrito que determina la naturaleza de lo que efectivamente se enseña? (Camilloni, 2001, p. 24)

Los interrogantes que plantea Camilloni (2001) en la anterior cita bibliográfica, hacen referencia a un currículum en acción. Una praxis donde suceden prácticas diversas que pueden integrarse, solaparse o diluirse. Significa, como por ejemplo señala Grundy (1991), que múltiples acciones y contextos intervienen en su configuración, que el proceso se desarrolla dentro de condiciones concretas, que influyen diversas interacciones culturales y sociales, que es una construcción y, como tal, no es independiente de quien o quienes tienen el poder para construirla. En síntesis, se trata de un complejo proceso social porque a partir de un currículum establecido sucede que

todos toman decisiones en la universidad, las toma el Consejo Directivo, el Decano, están en capacidad de tomar decisiones cada uno de los departamentos, cada uno de los profesores y también cada uno de los auxiliares docentes. Estas decisiones determinan en última instancia qué se enseña, porque el cómo se enseña define el qué se enseña. En consecuencia, el currículum realmente enseñado no siempre es igual al currículum establecido. (Camilloni, 2001, p. 24)

En particular, un “currículum moldea a los docentes pero es traducido en la práctica por ellos mismos. La influencia es recíproca” (Gimeno Sacristán, 2007, p. 197). Por ello, cada integrante del profesorado es

un mediador decisivo entre el currículum establecido y los alumnos, un agente activo en el desarrollo curricular, un modelador de los contenidos que se imparten y de los códigos que estructuran esos contenidos, condicionando con ello toda la gama de aprendizaje de los alumnos (Gimeno Sacristán, 2007, p. 197)

Entonces, considerando lo desarrollado en los párrafos de este apartado, podemos comprender que los nuevos Diseños Curriculares de las carreras de Ingeniería en la UTN, expresan una renovación o cambio del currículum establecido y, para ellos, son válidos los significados antes abordados. Su expresión escrita a través de las distintas Ordenanzas fue realizada para ser llevada a la práctica. Por ello, una vez definida su entrada en vigor, al interior de la institución se traduce en un objeto de implementación. Es decir, el desafío que se enfrenta consiste en definir el conjunto de acciones que se llevarán a cabo para que cada Diseño Curricular se convierta en una realidad concreta en las aulas.

La implementación de un currículum trata de un proceso que va más allá de la mera transmisión de conocimientos y que requiere una planificación rigurosa y una puesta en práctica cuidadosa. Se solicita que los actores institucionales tomen decisiones sobre cómo adecuar el currículum a las necesidades y características del grupo de estudiantes, la selección de recursos didácticos adecuados, y la organización de las actividades y la evaluación del aprendizaje. (Terigi, 1999; Camilloni, 2001)

Es una tarea compleja que requiere la colaboración y compromiso de todas las personas involucradas en el proceso educativo. En particular, es fundamental que tanto la gestión académica como el equipo docente compartan los sentidos del cambio, efectúen una reflexión constante sobre los resultados obtenidos y tengan la capacidad de ajustar la planificación según los desafíos que surjan en el camino.

En el próximo apartado brindaremos una descripción de la estructura y los elementos que poseen los nuevos Diseños Curriculares como también -aunque brevemente- sus implicancias en relación con la planificación y práctica de la enseñanza.

Diseños Curriculares por Competencias

Los diseños curriculares de cada especialidad aprobados por Ordenanzas del Consejo Superior de la UTN, retoman los fundamentos conceptuales, metodológicos, organizativos planteados por los Lineamientos Generales para los Diseños curriculares de las ingenierías y por los Lineamientos Generales para el Proceso de Adecuación Curricular y expresan una renovación curricular emergente de un determinado contexto político e histórico.

Figura 2: Tabla de Ordenanzas y asociadas a las titulaciones de Ingeniería que se implementan en la FRA

Especialidad de Ingeniería	Ordenanza del C. S. UTN	Fecha de sanción
Civil	1853	07/04/22
Eléctrica	1873	15/06/22
Electrónica	1849	07/04/22
Industrial	1885	10/08/22
Mecánica	1901	05/10/22
Química	1875	15/06/22

Fuente: Elaboración propia.

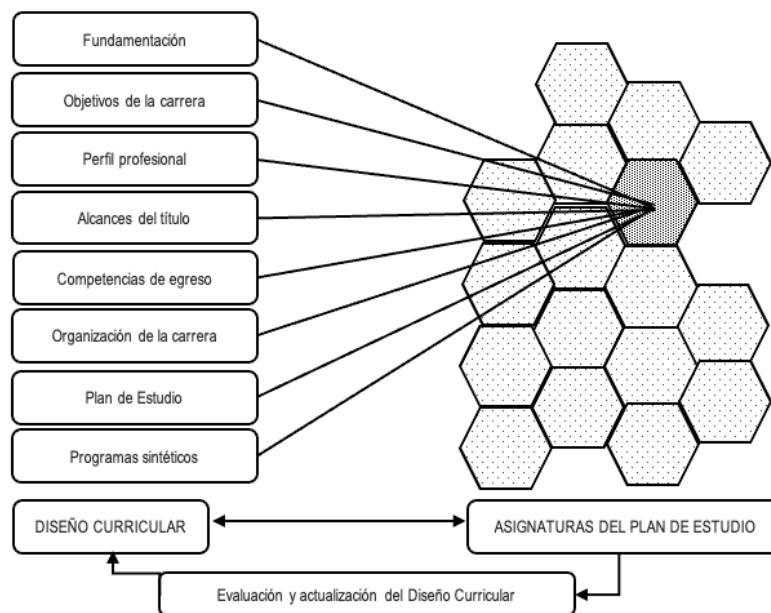
En la Figura 2, se detallan las Ordenanzas asociadas a las titulaciones de Ingeniería que se implementan en la Facultad Regional Avellaneda (FRA). En ellos, se establecen definiciones y características de un proyecto formativo integrado cuya realización tiene lugar dentro de un contexto práctico en el que juegan tipos de prácticas diversas; entre ellas las políticas, administrativas, económicas, organizativas e institucionales. Pero, en especial las prácticas pedagógicas; aquellas que comúnmente llamamos enseñanza como proceso en el que se comunican y se hacen realidad las propuestas curriculares. De ello, reforzando lo expresado en el apartado anterior, es necesario que el conjunto de docentes que interactúan en la trama de asignaturas consideren a los diseños curriculares como el marco de referencia para la planificación y práctica de la enseñanza. Acciones que, a su vez, los Departamentos de Enseñanza tienen la responsabilidad de acompañar para promover y favorecer la construcción de una visión compartida del proyecto formativo integrado que se pone en práctica.

Al respecto, es importante mencionar que todo currículo aplicado en la universidad, como señala Zabalza (2006) es un proyecto formativo integrado. Es un proyecto porque se ha pensado y diseñado en su totalidad. Además, tiene carácter público al ser formalizado -por ejemplo- en el caso

de la UTN a través de cada Ordenanza. De ello, representa un compromiso que tiene que enmarcar las acciones de gestión académica y docencia en cada Departamento de Enseñanza. Es decir, “no podemos hacer lo que queremos, al menos en sentido absoluto” (Zabalza, 2006, p.22), cada proyecto delimita y ofrece el marco de referencia para el desarrollo de las prácticas. Asimismo, es formativo porque “cualquier programa universitario ha de servir para mejorar a las personas en todo el amplio espectro de dimensiones en que los estudiantes universitarios pueden mejorar: como personas, como estudiantes, como personas cultas e intelectuales, como futuros profesionales, etc.” (Zabalza, 2006, p.24). Es importante resaltar este atributo ya que se vincula directamente con una gran misión de la Universidad; no se trata solamente de que las y los estudiantes aprendan contenidos disciplinares sino también, de ofrecerles experiencias de aprendizaje que les permitan formarse. Por último, es integrado en el sentido de que “no es un amontonamiento de conocimientos y experiencias sino un proceso caracterizado por una adecuada estructura interna y una continuidad que sea capaz de promover el máximo desarrollo personal y profesional de los estudiantes” (Zabalza, 2006, p.24).

Estructuralmente, este proyecto formativo integrado posee distintos componentes que ofrecemos en la Figura 3 con el propósito de ilustrar que ellos dan a cada unidad curricular y al conjunto de ellas (asignaturas) el sentido de sus acciones. Sus componentes incluyen: una fundamentación en la que se plantean los antecedentes, la función de la Universidad y las características de cada carrera; un marco conceptual en el que se plantean las notas particulares de cada diseño; los propósitos del diseño curricular de la especialidad y las asignaturas que componen el plan de estudios. También se detallan los objetivos de la carrera, el perfil profesional, los alcances del título y las competencias de egreso tanto genéricas como específicas. Además, se establece la duración de la carrera, la organización por áreas, bloques, asignaturas y su carga horaria así como el sentido y los criterios de intensidad de la formación práctica.

Figura 3: Estructura del Diseño Curricular de Ingeniería en UTN; su influencia en la trama de asignaturas.



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, los nuevos Diseños Curriculares hacen referencia a las concepciones sobre el aprendizaje y a las estrategias de enseñanza y evaluación planteadas en los Lineamientos que enfatizan la importancia de la participación activa de las y los estudiantes en el aula y una evaluación coherente con la propuesta de enseñanza, centrada en la función formativa además de la acreditación. También, presentan los planes de estudio y los programas sintéticos de cada una de las asignaturas. Finalmente, prevén la importancia de su evaluación y actualización periódica, funciones establecidas como potestad de los Consejos de Directores y Directoras de cada una de las Especialidades.

Otro de sus componentes es la presencia de una matriz de tributación (véase Figura 4) que declara qué asignatura o conjunto de ellas son las que contribuyen en la construcción de las competencias específicas de egreso esperadas en las y los estudiantes. En particular, las competencias de egreso son aquellas que fueron enunciadas en el Libro Rojo del CONFEDI (2018), las mismas, tienen relación con los Alcances del título (AL) que a fines de la enumeración algunos se han separado en Actividades Reservada (AR).

Figura 4: Fragmento Matriz de Tributación del Diseño Curricular de Ingeniería Química

MATRIZ DE TRIBUTACIÓN – INGENIERÍA QUÍMICA											
Asignaturas	Competencias Específicas										
	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	...
...											
Control Automático de Procesos	X	X									
Mecánica Industrial	X	X	X								
Ingeniería Ambiental			X	X	X			X		X	
...											

Fuente: Ordenanza N.º 1875/2022 C. S

A raíz del carácter federal de la UTN, estas matrices de tributación no incluyen los niveles de logro para cada competencia de egreso que se espera alcancen las y los estudiantes una vez finalizado el proceso formativo integral. La Universidad resolvió que la construcción de una matriz de tributación que incluya los niveles de logro sea una tarea a cargo de los Departamentos de Enseñanza y los equipos de cátedra en cada Facultad Regional.

En el caso de la Facultad Regional Avellaneda (FRA), la matriz de tributación de cada titulación correspondiente a la implementación de los nuevos Diseños Curriculares, también será una tabla, donde las filas representarán a las asignaturas y las columnas a las competencias de egreso tanto específicas como genéricas. Luego, en cada casilla de la tabla, se indicará un nivel de contribución de la asignatura a las competencias de egreso correspondientes (véase Figura 5). Esta contribución se graduará usando los números desde el cero al tres, con el siguiente significado:

- Nivel 0 (No tributa): Las actividades curriculares de la asignatura no tributan a la competencia.
- Nivel 1 (Nivel Bajo): Las actividades propuestas apuntan a que las y los estudiantes manejen información, resuelvan ejercicios y desarrollen nociones básicas sobre el ámbito de actuación de la competencia.
- Nivel 2 (Nivel Medio): Las actividades propuestas apuntan a que las y los estudiantes manejen conceptos sobre el ámbito de actuación de la competencia, conozcan

elementos teóricos y técnicos de los procesos implicados en la competencia y resuelvan problemas sencillos.

- Nivel 3 (Nivel Alto): En la resolución de las actividades de aprendizaje las y los estudiantes, tienen autonomía en la actuación, no requieren asesoría continua del docente, hay argumentación científica sólida y profunda y resuelven problemas de diversa índole como también participan en proyectos diseñados y supervisados por un experto.

Figura 5: Fragmento Matriz de Tributación de implementación del Diseño Curricular de Ingeniería Química

MATRIZ DE TRIBUTACIÓN – INGENIERÍA QUÍMICA												
Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera según niveles de logro												
Asignaturas	Competencias Específicas											
	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	CE6	CE7	CE8	CE9	CE10	...	
...												
Control Automático de Procesos	3	3	2	0	0	2	0	0	0	0		
Mecánica Industrial	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0		
Ingeniería Ambiental	0	0	3	2	3	0	0	3	0	2		
...												

Fuente: Elaboración propia

Niveles de logro que fueron definidos en la FRA con el objetivo de unificar la comprensión acerca de los límites del aporte que cada asignatura efectuará a las competencias. Estas definiciones están en correspondencia con el significado que de los niveles de logro ofrece la Resolución N. 976/2021 del Consejo Superior de la UTN (véase Figura 6).

Figura 6: Significado de los niveles de logro. Resolución N. 976/2021 del Consejo Superior de la UTN

Nivel	Enseñanza	Práctica	Resultado de Aprendizaje
0			
1	Se enseñan los aspectos fundamentales de la competencia	Se comienza a practicar la competencia	Se ven elementos fundamentales de la competencia
2	Se refuerza la competencia	Se práctica la competencia	Se comienza a evidenciar la competencia, pero necesita refuerzo
3	Se refuerza la competencia de ser necesario	Se práctica la competencia	Dominio de la competencia

Fuente: Resolución N. 976/2021 del Consejo Superior de la UTN

Como puede observarse, la UTN aprueba diseños curriculares que proponen un modelo de formación basado en competencias. En este sentido, Zabalza (2007) plantea

para planificar un proceso formativo basado en competencias se precisa una visión de conjunto de la formación y una perspectiva global del proceso, que permita ir secuenciando las competencias de una forma coherente y progresiva. (Zabalza, 2007, p.16)

Continua el autor afirmando que

Un plan de formación basado en competencias ha de poseer, necesariamente, una naturaleza escalonada. Escalonada en un doble sentido: en relación con la graduación y progresividad en cada competencia particular, y en relación con la ordenación del conjunto de competencias incorporadas al proceso formativo. (Zabalza, 2007, p. 16)

En consecuencia, los Diseños Curriculares aprobados forman parte de una adecuación curricular que implica cambios no solo a nivel del documento escrito sino también en la práctica cotidiana de los docentes, principalmente porque las competencias no pueden enseñarse directamente sino a través de situaciones en las que se deben resolver problemas utilizando los recursos disponibles. Esto es así porque las competencias forman parte de un conocimiento de segundo orden que se constituye por medio de la integración y uso de los tres conjuntos que conforman los contenidos de primer orden: conocimientos proposicionales, el saber hacer y el conocimiento disposicional. Por lo tanto, en el marco de este enfoque se hace necesario reflexionar dentro y entre de cada uno de los bloques y de cada una de las unidades curriculares sobre el perfil del/la graduado/a, sobre las competencias genéricas y específicas y cómo cada una va a contribuir a su desarrollo. (Tardif, 1996).

Así, cabe destacar que entendemos que los equipos de cátedra implementando el currículum establecido enfrentan un doble desafío para expresar esa contribución.

Uno de estos desafíos es el diseño de una metodología de enseñanza (conjunto de decisiones que toma el/la docente para orientar la enseñanza con el fin de promover el aprendizaje de sus estudiantes) que considere las mejores estrategias de enseñanza (orientaciones acerca de cómo enseñar un contenido disciplinar considerando qué queremos que nuestros alumnos comprendan, por qué y para qué) que se centren en la actividad de las y los estudiantes para favorecer la actividad de ellas y ellos porque, como afirma Zabalza (2007),

el enfoque por competencias nos sitúa, pues, ante un modelo de enseñanza universitaria orientado a la adquisición de «la capacidad de actuar» por parte de los estudiantes. Una capacidad de actuar que se nutre de un conjunto de recursos: saberes (el conocimiento de los sistemas sobre los que se pretende actuar); habilidades (dominio de los recursos que emplear y de las destrezas necesarias para manejarlos); procesos operativos (conocimiento de la cadena de acciones que llevará al resultado), y actitudes (o disposiciones adecuadas y capaces de dar respuesta a las particulares condiciones de la situación en que se actúa). (Zabalza, 2007, p. 17)

Consecuentemente, si la formación tiene que favorecer la capacidad de actuar, la enseñanza debe propiciar la práctica y la reflexión sobre la práctica, y ofrecer retroalimentación del proceso de aprendizaje. Por ello es que los métodos de enseñanza que -en general- se privilegian son el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en retos y el estudio de casos, entre otros que definen una enseñanza auténtica y situada. La elección de estas metodologías por sobre otras es porque cuando durante la formación las y los estudiantes estructuran y organizan sus acciones a partir de estrategias de enseñanza que las y los ubique en el centro del proceso

resulta en una mejor retención y comprensión de las disciplinas y, debido a que cuentan con la experiencia de aplicar conocimiento teórico para resolver problemas y casos, los estudiantes están mejor capacitados para aplicar este conocimiento en la práctica. Además de los aspectos relacionados con el conocimiento, los titulados en este modo de aprendizaje adquieren más competencias genéricas y reflexivas, tales como habilidades de discusión, búsqueda de información y trabajo independiente, debido a que no

solo estudian solos, sino que también trabajan y resuelven problemas en grupos pequeños. (CINDA, 2008, p. 27)

Además de llevar la teoría a la práctica, aplicar el conocimiento a problemas reales, el aprender a aprender, el aprendizaje independiente, y la gestión de proyectos entre otros porque por medio de estas estrategias las competencias se adquieren en un proceso de aprender haciendo, en situaciones reales de trabajo, con prácticas que podrían desarrollarse en ámbitos externos al institucional o utilizando simulaciones. (Roe, 2003)

Al desafío de qué métodos de enseñanza son oportunos se suma como segundo desafío la metodología de evaluación. Esta dimensión didáctica puede comprenderse, en sentido general, como el conjunto de actividades programadas para reunir información válida y fiable, que en comparación con una referencia o criterio permite a docentes y estudiantes reflexionar y tomar decisiones para mejorar sus estrategias de enseñanza y de aprendizaje. Y, en este marco, las y los docentes, como han hecho tradicionalmente, tienen que brindar los métodos de evaluación, los criterios de calificación, aprobación y recuperación según la reglamentación vigente, pero -a su vez- estas dimensiones deben justificar cómo se propone que las y los estudiantes alcancen el nivel de logro de las competencias específicas y/o genéricas a las que cada asignatura aporta.

Asumiéndose esta postura, entonces el desafío a superar por el profesorado es la definición de un proceso de evaluación centrado en el control del aprendizaje de conocimientos disciplinares y no separado del proceso de enseñanza porque -como se ha señalado más arriba, en las competencias se integran contenidos de primer orden (conocimientos, técnicas y disposiciones), que se expresan, mayormente, en la resolución de problemas reales. Por ende, la propuesta evaluativa implica ser coherente con la metodología de enseñanza y poder dar cuenta del nivel de logro de las competencias seleccionadas. De allí que, el enfoque de los nuevos Diseños Curriculares sitúa a los equipos de cátedra, en la necesidad de definir un sistema de evaluación continua, formativa, auténtica y situada (Díaz Barriga Arceo, 2006; Fernández March, 2011; Anijovich y González, 2011).

Acercas de estas características, el cambio curricular solicita un proceso de evaluación continuo y formativo que permita regular el aprendizaje y la enseñanza. Es decir, la evaluación tiene que posibilitar reunir información para que las y los estudiantes conozcan acerca de su evolución en el proceso de adquisición de competencias y reflexionen en relación a cómo están aprendiendo. También tiene que brindar información sobre cómo se está enseñando, de manera de realizar los ajustes necesarios para lograr que las y los estudiantes aprendan en el sentido esperado. Además, el proceso de evaluación debe ser planificado y desarrollado para el aprendizaje. Para ello es necesario integrar la evaluación con la enseñanza y el aprendizaje. De esta manera el proceso evaluativo se convierte en formativo porque va formando mientras se aprende y va proveyendo de información que contribuye a que el estudiantado avance. (Anijovich y González, 2011). Y, a su vez, es menester que el sistema de evaluación sea auténtico y situado; es decir, debe valerse de actividades donde las y los estudiantes son puestos en la situación de activar sus competencias en contextos reales o cercanos a la realidad de su futura práctica profesional. (Díaz Barriga Arceo, 2006)

Asimismo, en el marco del diseño de un proceso de evaluación como el anteriormente descrito, corresponde aclarar que requiere que las y los docentes consideren otros elementos técnicos-pedagógicos como ser: agentes de evaluación, asistentes de evaluación y estrategias de retroalimentación, porque en el desarrollo de un proceso formativo basado en el enfoque por competencias es vital:

- Variar los agentes de evaluación; es decir, variar quién o quiénes evalúan. En este sentido, cuando el agente de evaluación es el/la docente, otros/as docentes externos al

curso o expertos/as, se habla de heteroevaluación; si es el estudiantado quien evalúa su producción o desempeño, será una autoevaluación. Y, se habilita la coevaluación cuando un/a estudiante evalúa a un/a compañero/a. Esta última es una instancia privilegiada ya que, incluir a pares en la evaluación contribuye a la comprensión profunda de las tareas realizadas. La valoración de alguien cercana/o en intereses, preocupaciones, saberes es muy importante en un proceso de evaluación para el aprendizaje. Favorece la reflexión, y colabora en la construcción de la autonomía de las y los estudiantes.

- Incluir asistentes de evaluación o referentes de evaluación acordes con la actividad que se propone. Esto es, instrumentos que deben ser públicos y consensuados con las y los estudiantes porque visibilizan los criterios y niveles de logro esperados por medio de los cuales se emiten juicios de valor cualitativo y/o cuantitativo y, por lo tanto, orientan al estudiantado acerca de hacia dónde dirigir sus esfuerzos. Algunos de estos instrumentos son: las rúbricas, las listas de cotejo, las dianas de evaluación, diario de trabajo, entre otros.
- Completar el proceso siempre con alguna estrategia o protocolo de retroalimentación que incluya: Feed up (¿Cuál es la meta?), Feedback (¿Dónde me encuentro?) y Feed Forward (¿Cómo debo seguir?). La estrategia o protocolo de retroalimentación permite valorar el aprendizaje alcanzado y colabora en el reconocimiento de debilidades y fortalezas con el fin de encarar los aprendizajes futuros, contribuyendo a la construcción de la autonomía tan importante en un enfoque por competencias. En particular, la estrategias o protocolo de retroalimentación se facilita si la instancia de evaluación cuenta con asistentes de evaluación.

Claramente, como señalamos al inicio de este apartado, recorriendo los nuevos Diseños Curriculares encontraremos posicionamiento institucional respecto de la misión, el perfil del/la graduado/a, los alcances del título, etc.; también cambios en relación con las operaciones de selección, organización, secuencia y progresión del conocimiento. No obstante, en este cambio curricular tanto la enseñanza como la evaluación son una dimensión central de la renovación. En este nuevo marco, la enseñanza y la evaluación se constituyen como procesos diametralmente opuestos al caso donde -generalmente- las clases son expositivas y la evaluación sólo tiene una función sumativa porque en él se establece que el proyecto formativo encierra una enseñanza que “enriquezca a los sujetos en todos los ámbitos de su desarrollo: el personal, el social, el intelectual y el práctico. No resulta suficiente un enriquecimiento puramente intelectual, ni tampoco si los aprendizajes son sólo prácticos. Tiene que ser el conjunto de los cuatro ámbitos” (Zabalza, 2007, p. 6).

A modo de cierre

Llegado a este punto, destacamos que es importante tener presente que los cambios no suceden sólo porque sean plasmados en el plano declarativo. La transformación que expresan los nuevos diseños curriculares por competencias de egreso acontecerá y podrá arraigarse si los actores institucionales reflexionan con los colegas para realizar las mejoras o modificaciones que correspondan a los fines de consolidar el nuevo proyecto formativo integrado.

De este modo, al presentar los documentos institucionales, rasgos de la teoría curricular, análisis de los nuevos diseños y orientaciones para implementación esperamos contribuir a la reflexión sobre las prácticas docentes sin perder de vista el perfil del graduado/a, las competencias genéricas y específicas en este nuevo proyecto de cara al futuro.

Bibliografía

- Anijovich, R. y González, C. (2011). *Evaluar para aprender. Conceptos e Instrumentos*. Aique, Buenos Aires.
- Bolivar, A. (2008). *Didáctica y Curriculum: de la modernidad a la posmodernidad*. Ediciones El Aljibe, España.
- Camilloni, A. (2001). *Modalidades y proyectos de cambio curricular*. En: *Aportes para un cambio curricular en Argentina*. Secretaría de Asuntos Académicos. Facultad de Medicina. UBA. Buenos Aires
- CINDA (2008). *Diseño Curricular Basado en Competencias y Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior*. Disponible en: <https://www.cinda.cl/download/libros/39.pdf> [Última fecha de acceso: 20 de febrero de 2023]
- CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA (2014). *Libro Azul*. Disponible en <https://confedi.org.ar/libro-azul-y-libro-verde/> [Última fecha de acceso: 25 de febrero de 2023]
- CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA (2018). *Libro Rojo*. Disponible en <https://confedi.org.ar/publicaciones-confedi/libros-2/> [Última fecha de acceso: 25 de febrero de 2023]
- de Alba, A. (1998). *Curriculum: crisis, mito y perspectivas*. Muiño y Dávila Editores, Buenos Aires.
- Díaz Barriga Arceo, F. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. McGraw Hill, México.
- Díaz Barriga, Á. (2003). *Currículum. Tensiones conceptuales y prácticas*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol5no2/contenido-diazbarriga.html> [Última fecha de acceso: 8 de abril de 2022]
- Feeney, S. (2007). *La emergencia de los estudios sobre currículum*. En Camilloni, A (2007) *El Saber Didáctico*. Paidós, Buenos Aires.
- Fernández March, A (2011). *La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria*. *Revista de Docencia Universitaria*, Vol.8 (n.1) 11-34
- Gimeno Sacristán, J. (2007). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Morata, Madrid.
- Grundy, S. (1991). *Producto o praxis del curriculum*. Morata, Madrid
- Gvirtz, S. y Palamidessi, M. (2014). *El ABC de la tarea docente: Curriculum y enseñanza*. Aique, Buenos Aires.
- Ordenanza 1753 de 2020 [Universidad Tecnológica Nacional]. *Por la cual se establecen los Lineamientos Generales para Diseños Curriculares de Ingeniería*. 05 de marzo de 2020.
- Ordenanza 1849 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. *Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería Electrónica – Plan de estudio 2023*. 07 de abril de 2022.
- Ordenanza 1853 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. *Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería Civil – Plan de estudio 2023*. 07 de abril de 2022.

Ordenanza 1873 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería en Energía Eléctrica – Plan de estudio 2023. 15 de junio de 2022.

Ordenanza 1875 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería Química – Plan de estudio 2023. 15 de junio de 2022.

Ordenanza 1885 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería Industrial – Plan de estudio 2023. 10 de Agosto de 2022.

Ordenanza 1901 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. Por la cual se establece el Diseño Curricular de Ingeniería Mecánica – Plan de estudio 2023. 05 de Octubre de 2022.

Resolución 1541 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establece los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Mecánica. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244498/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Resolución 1543 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establece los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Industrial. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244500/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Resolución 1549 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establecen los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Civil. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244506/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Resolución 1550 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establecen los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Electrónica. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244507/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Resolución 1565 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establecen los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244522/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Resolución 1566 de 2021 [Ministerio de Educación]. Por la cual se establecen los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios sobre Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de la carrera de Ingeniería Química. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/244523/20210518> [Última fecha de acceso: 21 de febrero de 2023]

Roe, R. (2003). ¿Qué hace competente a un psicólogo?. En Papeles del Psicólogo, vol. 24, núm. 86, septiembre-diciembre, pp. 1-12

Stenhouse, L. (1991). Investigación y desarrollo del Curriculum. Morata, Madrid.

Tardif, J. (1996). Le transfert de compétences analysé à travers la formation de professionnels. En Meirieu, Ph.; Develay, M.; Durand, C. ; Mariani, Y. (dirs.) Le concept de transfert de connaissance en formation initiale et continue. Lyon: CRDP. Págs. 189-203.

Terigi, F. (1999). Curriculum. Itinerarios para aprehender un territorio. Santillana, Buenos Aires.

Torres Santomé, J. (2012). Globalización e interdisciplinariedad: El curriculum integrado. Morata, Buenos Aires

Zabalza, M. A. (2006). Competencias docentes del profesorado universitario. Narcea, Madrid.

Zabalza, M. A. (2007). El trabajo por competencias en la enseñanza universitaria. Universidad de Santiago de Compostela. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/poncom/2007/71100/conferencia.pdf> [Última consulta 10 de febrero de 2023]

PERCEPCIONES Y EXPECTATIVAS SOBRE LA IDENTIDAD INGENIERIL EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN INFORMÁTICA. ANÁLISIS DESDE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO.

Cecilia Ortmann*

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Filosofía y Letras, Puán 480, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Centro Universitario Vicente López, Carlos Villate 4480, Munro, Provincia de Buenos Aires.

**Autora a quien la correspondencia debe ser dirigida: ce.ortmann@filo.uba.ar*

RESUMEN

Con el propósito de aportar nuevas miradas sobre la brecha de género que caracteriza a las carreras informáticas en el contexto local contemporáneo, este trabajo desarrolla una aproximación a los sentidos que se asignan a la identidad ingenieril a partir de la indagación de las percepciones y las expectativas que los actores institucionales construyen sobre la formación universitaria y sobre el futuro desempeño profesional de estudiantes de ingeniería en sistemas. Para desplegar el abordaje del problema de investigación, este artículo recupera los resultados de un estudio etnográfico ya finalizado, realizado en una universidad nacional con sedes en el AMBA, que ofrece distintos trayectos formativos en el área informática.

Palabras clave: Brecha de género; Trayectorias educativas; Inserción laboral; Investigación etnográfica.

ABSTRACT

With the purpose of providing new perspectives on the gender gap that characterizes IT careers in the contemporary local context, this paper develops an approach to the meanings assigned to engineering identity by investigating the perceptions and expectations that institutional actors build on university training and on the future professional performance of IT engineering students. In order to address the research problem, this article recovers the results of an ethnographic study already completed, carried out in a national university located in Buenos Aires Metropolitan Area, which offers different IT degrees.

Key words: Gender gap; Educational trajectories; Labor market insertion; Ethnographic research.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo propone examinar y analizar las percepciones y las expectativas que los actores institucionales despliegan sobre la identidad ingenieril en una carrera de grado universitario en informática, que se dicta en una universidad nacional con sedes en el Área Metropolitana de Buenos

Aires (AMBA), Argentina. El desarrollo de esta línea de indagación forma parte de una investigación doctoral ya finalizada, dedicada al estudio de la formación universitaria en informática desde la perspectiva de género, cuyos resultados se recuperan y sistematizan para la elaboración de este artículo.

La definición del problema parte inicialmente de una lectura de los datos cuantitativos que permiten situar y contextualizar el abordaje cualitativo. Las estadísticas más actualizadas a la fecha¹ sobre el estado de situación de la matrícula de carreras informáticas que se dictan en el nivel superior universitario en el AMBA indican que esta región cuenta con 14 universidades de gestión pública-estatal que ofrecen formación de pregrado, grado y posgrado. Mirando específicamente las propuestas de grado, el porcentaje de estudiantes mujeres cursando estas carreras alcanza en promedio el 16%. Asimismo, la distribución del estudiantado según género en los trayectos de grado varía de acuerdo al tipo de titulaciones: mientras que las licenciaturas² tienen un 18% de estudiantes mujeres, en las ingenierías³ constituyen el 13% de la matrícula.

Otro dato relevante para situar de manera introductoria el problema es que, de acuerdo a este relevamiento cuantitativo, la disparidad de género en la matrícula se mantiene en aumento constante en todas las universidades de gestión pública-estatal del AMBA. Este incremento sostenido de la diferencia cuantitativa entre mujeres y varones se expresa en la disminución de la cantidad de mujeres que ingresan a las carreras informáticas y en el mayor desgranamiento a lo largo de la formación universitaria, es decir que el número de estudiantes mujeres que abandonan los estudios en el transcurso de la carrera se incrementa cada año, durante el período sistematizado en la base de datos consultada.

Estos fenómenos exponen la necesidad de conocer y examinar las propuestas de enseñanza y las trayectorias educativas desde la perspectiva de género, a fin de develar aquellos nudos de sentido que abonan al crecimiento sostenido de esta masculinización de la matrícula universitaria. En este sentido, el artículo busca aportar nuevas miradas sobre la brecha de género que caracteriza a la educación superior en informática, centrando el análisis en las percepciones y las expectativas que se construyen en torno a la identidad ingenieril.

Desarrollo

Marco teórico

El problema de investigación que orienta el desarrollo de este trabajo se sitúa en la intersección de dos campos que incorporan la perspectiva de género como eje vector para analizar, interpelar y transformar los sentidos, las experiencias y los saberes históricamente naturalizados. A fin de construir un marco teórico que permita abordar de manera compleja y multidimensional la indagación de las percepciones y las expectativas sobre la identidad ingenieril, se recurre a una selección de

1 Los datos sobre la matrícula universitaria en el AMBA han sido extraídos de la base de datos "Mujeres Programadoras", elaborada por una organización de la sociedad civil y una empresa privada, y publicada en abril de 2018. Incluye datos de 73 carreras informáticas de 81 instituciones universitarias de Argentina, tanto de gestión estatal como privada, durante el período 2010-2015. Disponible en: <https://mujeres-programadoras.chicasentecnologia.org/> - Última consulta: agosto 2023.

2 En la base de datos consultada, las carreras de grado con titulación de licenciatura incluyen: Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Análisis de Sistemas, Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática, Licenciatura en Sistemas de Información, Licenciatura en Desarrollo de Software.

3 En la base de datos consultada, las carreras de grado con titulación de ingeniería incluyen: Ingeniería en Informática, Ingeniería en Sistemas de Información, Ingeniería Informática, Ingeniería en Computación.

antecedentes que aportan distintos enfoques para comprender e interpretar el campo educativo y el ámbito de las tecnologías.

Así, por un lado, se toma como marco de referencia un conjunto de estudios sobre educación, sexualidades y género, a partir de una recopilación de trabajos que ponen el foco en distintos aspectos de las experiencias educativas, recogiendo problemáticas que van desde el acceso al sistema educativo hasta la construcción y perpetuación de sentidos atravesados por patrones culturales de género que se entranan en las propuestas de enseñanza. En esta línea, el análisis de las pautas que se entranan implícita y explícitamente en la vida cotidiana de las instituciones educativas y que se encuentran arraigadas a los procesos pedagógicos, ofrece categorías conceptuales para interpretar las expectativas de desempeño, las formas de interacción y comunicación, la normativa y los recursos didácticos como los principales aspectos en los que se cristalizan sentidos de género (Duru-Bellat, 1996; Morgade, 2012; Bonder, 2015; Vaillio, 2016; D'Andrea, Kozak y Gagliolo, 2019).

Por otro lado, en la conformación del marco teórico se incorporan los aportes de las teorías feministas de la tecnología, campo heterogéneo de investigaciones que se aproximan a la relación entre tecnología y género desde distintas aristas. De este modo, una serie de trabajos que indagán las formas desiguales de acceder, vincularse y utilizar tecnologías según género, reconociendo distintos niveles en esta desigualdad, abonán a la definición del fenómeno que se denomina brecha digital de género y que resulta central para el abordaje del problema de esta investigación. Asimismo, se considera fundamental la contribución de las teorías feministas provenientes del campo CTS que entienden que, al examinar la disparidad de género, el núcleo a desandar gira en torno a la alianza entre tecnología y masculinidad hegemónica (Lohan y Faulkner, 2004; Bray, 2007; Vergés Bosch, 2013; Wajcman, 2006, 2010, 2020).

De esta manera, se delimita un repertorio de antecedentes en el que confluyen las aportaciones de diversos campos de conocimiento para circunscribir y enriquecer la aproximación al objeto desde distintas ópticas. Los ejes trazados y las categorías seleccionadas construyen un encuadre inter/transdisciplinar para la interpretación y el análisis de los resultados de la investigación.

Metodología

Este trabajo recoge los resultados de una investigación doctoral ya finalizada, desarrollada en el período 2015–2020, que estuvo circunscripta al estudio de la formación universitaria en informática desde la perspectiva de género. La estrategia metodológica implementada en esta investigación consistió en una etnografía multisituada⁴, considerando que documentar las formas en que se manifiesta la cultura masculina del mundo de la ingeniería y exponer los estereotipos predominantes sobre las mujeres y las tecnologías pueden contribuir a democratizar la tecnología desde adentro hacia afuera (Lohan, 2000; Bray, 2007; Corbett y Hill, 2015).

La muestra inicial tomó como locación una universidad nacional de gestión pública-estatal, con sedes en el AMBA (ubicadas en la Ciudad de Buenos Aires y en el primer cordón del conurbano bonaerense) que ofrece titulaciones de pregrado, grado y posgrado en informática. El recorte efectuado para la investigación corresponde al ciclo superior del plan de estudios de la carrera de grado y,

4 La etnografía multisituada se desarrolla como una metodología móvil que recurre a estrategias de mapeo para seguir y registrar el objeto de estudio a través de múltiples sitios de actividad (Marcus, 2001, 2018). En esta investigación, la definición del trazado multilocal se construyó tomando a la universidad como epicentro e incluyendo otros ámbitos que participan activamente en la configuración contemporánea del campo informático y que, a la vez, tensionan y disputan sentidos sobre las tecnologías y sobre las representaciones de género. En el recorte efectuado para este artículo, sólo se considera el corpus empírico relevado en la institución universitaria.

en este trayecto, aquellas materias en las que cada cátedra accedió a la observación de todas las instancias (clases teóricas, clases prácticas y exámenes). De esta manera, la muestra se compone de cuatro asignaturas, habiendo desarrollado el trabajo de campo durante cuatro cuatrimestres en uno de los espacios curriculares y durante un cuatrimestre en cada uno de los tres restantes.

El desarrollo del trabajo etnográfico demandó la utilización de diversas estrategias que permitieran captar todas las dimensiones del problema, bajo la premisa de que la realidad no “está disponible” y sólo hay que salir a recolectar fragmentos o aspectos de ella, sino que se construye en un contexto institucional, social, político y cultural, atravesado también por las miradas individuales y subjetivas de la investigadora y de los participantes (Castañeda Salgado, 2012). En ese sentido, las técnicas empleadas incluyeron análisis documental, observación participante, entrevista en profundidad y grupo de discusión o focal. El análisis documental involucró a la totalidad de materias de la carrera de grado en sistemas informáticos, examinando el plan de estudios, los programas de las materias y datos cuantitativos generales, como el perfil sociodemográfico de la matrícula estudiantil y del plantel docente. Las restantes técnicas para la recolección y construcción de datos quedaron circunscriptas a cuatro asignaturas, referidas en párrafos anteriores, del ciclo superior de la carrera de grado.

Las observaciones tomaron como escenario central las aulas de clases, pero también abarcaron los espacios de circulación y esparcimiento, como los pasillos y la cantina, y las áreas de trabajo específico, como los laboratorios y salones de conferencias. Las entrevistas tuvieron el carácter de conversaciones informales con estudiantes y docentes al inicio de cada cuatrimestre, para reconocer de forma preliminar a los actores y sus experiencias. Luego se realizaron entrevistas de desarrollo a docentes a cargo del dictado de las clases teóricas y prácticas de las cuatro materias que componen la muestra y que accedieron voluntariamente a la entrevista, con la finalidad de conocer los elementos que conforman la propuesta de enseñanza, como la elaboración del programa, la definición de la metodología, la planificación o diseño de las estrategias didácticas, la selección de material y bibliografía, entre otros.

Asimismo, integran el corpus empírico entrevistas de desarrollo con la totalidad de estudiantes mujeres⁵ que cursaron esas materias, para indagar y reconstruir sus experiencias educativas previas y actuales, así como la proyección a futuro, buscando identificar tanto los aspectos recurrentes como los particulares en las significaciones de género que caracterizan la construcción de la trayectoria propia y de sus pares en el campo informático. Por último, como parte del trabajo de campo, también se desarrollaron grupos de discusión que permitieron abordar y explorar asuntos no emergentes en las observaciones de clases o en las entrevistas individuales. La implementación de grupos focales resultó mucho más compleja y menos frecuente que las otras técnicas utilizadas en esta investigación, habiendo concretado un total de tres instancias de debate en todo el período de trabajo etnográfico.

En la presentación de los resultados, se incluyen fragmentos de escenas y testimonios. Siguiendo las convenciones de la investigación social, que boga por la preservación del anonimato de las instituciones y actores participantes, los extractos están identificados por el rol de la persona enunciante y por el tipo de técnica por la que fueron recabados.

5 Si bien la investigación se diseñó desde una mirada crítica de cualquier binarismo, con la intención de poner de relieve una textura más compleja sobre las identidades y sobre la categoría género, durante el período de trabajo etnográfico en la universidad no se hallaron estudiantes que manifestaran identidades disidentes, no binarias o transgénero, cursando las materias que componen la muestra. De este modo, las estudiantes entrevistadas son en su totalidad mujeres cisgénero.

El proceso de análisis, comprensión e interpretación de los sucesos recurre a la triangulación como estrategia fundamental en la identificación y categorización de elementos – temas, pautas, significados – y en la exploración de sus conexiones, de su regularidad o de su especificidad. Es decir que los datos recuperan distintas perspectivas de la realidad, a través de diferentes fuentes de información – personas, escenas, estadísticas, documentos institucionales, fuentes históricas – y se ponen en diálogo, permitiendo hallar puntos de encuentros o posiciones comunes (Sabariego, Massot y Dorio, 2009; Dorio, Sabariego y Massot, 2009).

Resultados

En la institución universitaria, que constituye el escenario principal del trabajo etnográfico de esta investigación, el conjunto de sentidos que se despliega de manera más extendida abona a la conformación de una identidad profesional que pone el acento en lo ingenieril por sobre los saberes disciplinares. A fin de exponer las particularidades de las percepciones y las expectativas relevadas, los resultados se presentan organizados en tres apartados, distinguiendo los ámbitos y dimensiones de la formación en los que estos sentidos se construyen y transmiten.

En las propuestas de enseñanza

En el dictado de las asignaturas, los sentidos sobre lo ingenieril aparecen fuertemente asociados al estatus o reconocimiento profesional y sitúan a la formación en ingeniería como el factor diferencial al momento de encarar el abordaje de un problema, la proyección de un modelo o la implementación de un sistema. Esta idea se manifiesta de diferentes maneras en las propuestas de enseñanza.

Por una parte, atraviesa la forma en que se disponen e imparten los contenidos, a tal punto que las y los estudiantes perciben como ingenieril un tipo particular de contenidos y competencias dentro de la formación en informática. Relata una estudiante entrevistada al respecto:

– (...) no sabía qué podía llegar a ver. Pero cuando empecé a estudiar y me empecé a adentrar en la carrera, me di cuenta que se le hace mucho más hincapié a la parte de lo ingenieril.

(Estudiante universitaria, entrevista)

Por otra parte, este énfasis en la dimensión ingenieril como un rasgo específico del trayecto formativo se expresa en los mensajes dirigidos de manera explícita a estudiantes, especialmente por parte de docentes:

– Algo que nos dicen los profesores siempre es que antes que informático, sos ingeniero.

(Estudiante universitaria, entrevista)

Así, la identidad ingenieril instala sentidos sobre una forma específica de diseñar, producir y mantener sistemas informáticos, que a su vez se infiere cualitativamente mejor respecto a otras estrategias y metodologías:

– A ver, primero piensen. Tienen que pensar y encarar el problema como ingenieros, no son el IT Guy.

(Docente universitario, observación de clase)

Al profundizar en las entrevistas acerca del hincapié manifiesto en la valoración del saber ingenieril por sobre el disciplinar, los docentes sitúan estos mensajes en el contexto de un mercado laboral donde la certificación de la formación de nivel superior ocupa un lugar subordinado y que, en ese sentido, constituye una amenaza al sostenimiento de la matrícula estudiantil universitaria:

– Estos pibes consiguen muy buenos trabajos con lo que saben, con media carrera de ingeniería. Pueden hacer carrera en cualquier empresa y se dan cuenta que no necesitan el título. Por eso tenemos que mostrarles otra cosa, otra forma de laburo, más profesional, porque sino se van.

(Docente universitario, entrevista)

En las trayectorias educativas y proyección de la inserción laboral

El relevamiento de las percepciones y las expectativas sobre la identidad ingenieril que circulan entre las y los estudiantes arroja, en todos los casos, referencias directas a la ocupación laboral actual, encontrando en el corpus empírico una diferencia sustantiva en términos de género. Así, una parte mayoritaria de los estudiantes varones que cursaron las materias que componen la muestra de esta investigación, ya se encontraba trabajando de manera regular en el rubro, desarrollando tareas específicas del quehacer informático, ya sea como empleados en empresas de gestión pública o privada, o bien de forma autónoma realizando trabajos de reparación y mantenimiento de computadoras, desarrollo y programación freelance, etc. De este modo, en el trayecto final de la carrera, muchos de los varones ya son “el chico de sistemas” que desacreditan los mensajes de los docentes.

En cambio, encontrándose igualmente próximas a graduarse, las estudiantes entrevistadas no contaban con la misma inserción en el mundo del trabajo. De la totalidad de estudiantes mujeres, al momento de la entrevista la mayoría se desempeñaba principalmente en puestos administrativos, a cargo de tareas mediadas por las tecnologías pero no estrictamente vinculadas a la formación recibida en la universidad. En menor proporción, las entrevistadas ocupaban cargos de atención al público en distintos ámbitos – organismos estatales, empresas, comercios – o realizaban trabajos temporales en circuitos de la economía informal.

Aún con diferentes grados de certeza respecto al ámbito en el que proyectan su desarrollo profesional, las estudiantes coinciden en planificar el ingreso laboral en el campo informático recién después de haberse graduado, como indican los siguientes fragmentos de entrevistas:

– Me gustaría ponerme una empresa cuando me reciba y poder manejar esos temas.
(Estudiante universitaria, entrevista)

– A mí me gustaría desempeñarme en hacer... en resolver problemas particulares de la sociedad pero a través de... O sea, respuestas tecnológicas. No sé... diseñar robots o maquinaria que puedan utilizar para dar respuesta a problemáticas que no se tienen en cuenta.
(Estudiante universitaria, entrevista)

– Cuando salí de la secundaria tenía esta presión de que tenía que saber lo que quería ser, qué era lo que me gustaba para poder decidir qué iba a estudiar. Pero incluso hoy no sé qué quiero hacer, no sé en qué me gustaría trabajar cuando me reciba.
(Estudiante universitaria, entrevista)

Asimismo, los testimonios relevados convergen en la falta de referentes y de un conocimiento certero respecto al campo profesional de la ingeniería:

– Antes de entrar a la facultad, jamás había conocido una ingeniera.
(Estudiante universitaria, entrevista)

– La verdad que no tenía idea qué podía hacer un ingeniero en sistemas.
(Estudiante universitaria, entrevista)

En las actividades extracurriculares

Por fuera de las aulas, los mensajes que circulan en la institución enfatizan lo ingenieril como un elemento de cohesión. Mientras que para los docentes constituye un factor diferencial en la producción tecnológica, las propuestas de distintas áreas institucionales articulan otros sentidos sobre la ingeniería, que remiten más a una forma particular de socialización que a un tipo de saberes.

En este sentido, a través de un gran abanico de eventos académicos y actividades recreativas, la identidad ingenieril también construye narrativas sobre el sentido de pertenencia, como relata una estudiante entrevistada:

– Tenemos dos asados en el año, uno al principio y otro al final para poder justamente interactuar con gente de otros cursos, de otras carreras... está bueno... Lo que buscan en la facultad es eso, que nos sintamos como una familia.
(Estudiante universitaria, entrevista)

Estas propuestas convocan a distintos actores institucionales e incluyen desde la promoción profesional de graduados y graduadas hasta espacios de encuentros culturales y deportivos, donde se fomenta la participación y se estimula la pertenencia a la institución, por sobre la carrera o el campo de conocimientos. Desde esta perspectiva, el “ser ingeniero” implica también una forma de vinculación que aporta a la conformación identitaria:

– A medida que pasaron los años y que me fui comprometiendo con el estudio de la carrera, me di cuenta que hay cosas que me gustan de la carrera, que me apasionan e incluso puedo decir que hoy me pongo la camiseta de ingeniería y de la universidad.
(Estudiante universitaria, entrevista)

De este modo, en la narrativa institucional lo ingenieril abona a la conformación de una identidad colectiva que entrama la forma de producir con un amplio espectro de experiencias extracurriculares que invitan a “ponerse la camiseta”. En la práctica, estas actividades constituyen intersticios para traer a escena debates, conversaciones y proyectos sobre temáticas que son anuladas en el desarrollo de los espacios curriculares. Así, el sentido de pertenencia habilita grietas en un todo homogéneo para visibilizar, entre otras problemáticas, la brecha de género que caracteriza al campo.

Durante el período de trabajo etnográfico, las actividades sobre temas vinculados a cuestiones de género crecieron de manera exponencial, en consonancia con la irrupción de una mayor visibilización y de movilizaciones sociales masivas a nivel local y regional, que tuvieron amplia repercusión en distintos sectores y áreas de conocimiento. En el total de eventos observados, que corresponden a espacios y prácticas extracurriculares y que abordan temáticas afines al objeto de

estudio de esta investigación, se identifican tres modalidades que se diferencian por el contenido y el público al que están dirigidas.

En primer lugar, se relevaron charlas destinadas a estudiantes que perseguían como propósito principal reforzar las trayectorias educativas en el nivel superior mediante la transmisión de “estrategias de supervivencia”. Con un carácter mucho más informal que las otras dos modalidades y también una asistencia más acotada, las convocatorias estuvieron enfocadas en la promoción de la permanencia y fueron impulsadas por agrupaciones estudiantiles y, en menor proporción, por graduadas y profesoras que ven con cierta preocupación el creciente desgranamiento de la matrícula femenina. En segundo lugar, se observaron una serie de actividades que proponían desnaturalizar la ingeniería como un área masculina, recuperando las trayectorias exitosas de graduadas. Estas conferencias tuvieron mayor énfasis en lo disciplinar y versaron sobre los logros, las producciones y las carreras laborales, demostrando que es posible “triunfar en un mundo de hombres”. En tercer lugar, otras charlas también se orientaron al ejercicio profesional, pero buscando reforzar la compatibilidad de la inserción laboral con las tareas de cuidado que tradicionalmente se asignan a las mujeres, como las que refieren al mantenimiento del hogar y a la crianza. Tanto ésta como la segunda línea surgieron mayormente por la iniciativa de secretarías o áreas institucionales y de organizaciones de graduadas.

Discusión

Las expectativas sobre el desempeño actual y futuro de estudiantes constituyen un elemento central en toda propuesta curricular. Numerosos estudios han puesto de manifiesto que la organización de una clase, la transmisión de contenidos y las interacciones cotidianas se encuentran estrechamente vinculadas a la forma en que docentes, instituciones educativas y la sociedad en general proyectan las trayectorias estudiantiles. Estas proyecciones siempre suponen experiencias que llevan marcas y sentidos diferenciados según género, clase y etnia, entre otras variables (Rodríguez Martínez y Angulo Rasco, 2006; Morgade, 2012; Bonder, 2015; Freytes y Barbetti, 2020).

Asimismo, en el nivel universitario estas anticipaciones adquieren un matiz específico en tanto que el propósito último de cualquier trayecto de formación superior supone la inserción laboral de los graduados y graduadas en distintos sectores y ámbitos que requieran de profesionales calificadas. En el campo informático, los rasgos propios de la conformación disciplinar y las particularidades de la industria informática contemporánea se articulan en definiciones difusas – a veces contradictorias, otras veces convergentes – acerca de la identidad profesional (Starr, 2018). Recuperando los resultados presentados en la sección anterior, a continuación se interpretan las percepciones y las expectativas sobre la identidad ingenieril de acuerdo a tres ejes analíticos.

Reconocimiento y tensiones con el mercado laboral

Inicialmente, una de las interpretaciones que emerge de forma ineludible es la que comprende la identidad ingenieril en el marco de una búsqueda de reconocimiento de la titulación en el mercado laboral contemporáneo. En líneas generales, la definición de la inserción laboral que se transmite en las aulas privilegia la inscripción del quehacer informático en el sector privado empresarial. Asimismo, permanece de forma implícita la idea de que, con la formación adquirida, cualquier graduado o graduada podrá no sólo incorporarse al mercado laboral corporativo, sino eventualmente montar su propia empresa. Otros ámbitos que permiten proyectar una carrera profesional en el

área de sistemas informáticos – como los organismos de ciencia y tecnología y las empresas de servicios públicos – y otras estructuras de trabajo – como las que proponen el cooperativismo y la economía social – no aparecen contempladas en las referencias a la inserción laboral que tienen lugar en las clases.

En este sentido, desde sus inicios el trabajo informático en el sector privado se encuentra atravesado por una jerarquización y valorización de los saberes que no responde a la lógica de las profesiones tradicionales. Mientras que en otros ámbitos y áreas del conocimiento, las titulaciones de grado y posgrado son requisitos excluyentes para el ingreso y ascenso en la carrera laboral, la industria informática y todos los sectores que dependen directamente de ella se caracterizan por la permanente demanda de personal calificado, sin exigir certificaciones de formación universitaria como condición básica.

En tanto que la valoración de las trayectorias profesionales se rige por la eficacia como prioridad, las estrategias de formación privilegiadas en este rubro son las que dan cuenta de saberes adquiridos de forma autodidacta con un ánimo emprendedor (Palermo, 2018; Rabosto y Zukerfeld, 2019). Así, los docentes anticipan que estos aspectos traen aparejados efectos no deseados para el futuro ingreso de graduadas y graduados de la universidad al mundo del trabajo, dado que suponen una mayor competencia al momento de buscar insertarse profesionalmente; reto que además entienden desigual cuando el sector privado no reconoce la titulación como un factor distintivo. Como contrapartida, al exponer la poca valoración del título, estas circunstancias pueden potencialmente alentar el abandono de la carrera universitaria.

Este panorama ubica a la formación universitaria en informática en una situación crítica, ante la cual los docentes construyen una necesidad de reconocimiento externo como forma de “combatir” el problema que las condiciones laborales del sector productivo suponen para la universidad. De este modo, el discurso sostenido en las aulas proyecta las identidades profesionales sobre varias hipótesis. Primeramente, si los saberes se acreditan en la práctica laboral cotidiana, el desempeño de quienes se formaron en una carrera universitaria debe dar cuenta de los conocimientos, métodos y técnicas para el trabajo que brinda la educación recibida, aún en contextos donde la certificación no es necesaria. Luego, el mantenimiento – y eventual crecimiento – sostenido de la matrícula y la consecuente titulación de una mayor cantidad de ingenieras e ingenieros en sistemas permite proyectar una masa crítica que eventualmente dispute la desjerarquización de la educación formal en la industria informática.

La titulación como garante de igualdad de oportunidades

La reafirmación del estatus profesional que pregonan la mayoría de los docentes repercute y es resignificada por el estudiantado de diferentes maneras. Uno de los principales factores vinculado a las formas en que las y los estudiantes asumen y se apropian de la necesidad de reconocimiento profesional, puede hallarse en las experiencias y oportunidades de formación previas, así como en la situación laboral actual, descripta en los resultados.

Ante este panorama de trayectorias y experiencias dispares, la forma en que las y los estudiantes anticipan y definen su identidad profesional adquiere sentidos generizados, marcados a su vez por una temporalidad particular: mientras que los estudiantes sostienen la denominación “informáticos” para referirse a ellos como individuos y como grupo en la actualidad, las estudiantes toman la designación “ingenieros” para hablar de ellas mismas a futuro (y, por lo general, al igual que las profesoras, lo hacen en masculino). En este sentido, una interpretación posible que se desprende

del análisis de los testimonios relevados radica en que la titulación como certificación de saberes constituye, para las estudiantes, un potencial habilitante para insertarse en un campo laboral donde las trayectorias diferenciadas quedan mucho más expuestas y las colocan, la mayoría de las veces, en una situación de desventaja (González Ramos, Vergés Bosch y Martínez García, 2017).

En este ámbito, los recorridos previos juegan un papel fundamental, tanto en el desempeño académico durante la formación universitaria como al momento de ponderar perfiles calificados para determinados puestos de trabajo. Como han señalado investigaciones previas en la temática, las pautas de género impregnan todas las etapas de la socialización, desde la primera infancia hasta la adolescencia, ofreciendo muchas menos oportunidades de alfabetización digital temprana en las chicas que en los chicos. El tipo de juguetes y el vínculo que se promueve con ellos, los primeros contactos con las tecnologías digitales y el rol de los videojuegos, el estímulo hacia asignaturas y orientaciones técnicas en el nivel medio de la escolaridad, son algunos de los factores que ponen de relieve cómo la matriz de género, binaria y cisheteropatriarcal, atraviesa y condiciona de manera desigual los modos de apropiarse de las tecnologías (Wajcman, 1991; Rodríguez Martínez y Angulo Rasco, 2006; Mura, Yansen y Zuckerfeld, 2012; Yansen y Zuckerfeld, 2013).

De este modo, devenir “ingenieros” parece oficiar en las estudiantes como resguardo o garantía de una futura igualdad de condiciones que tensiona o disputa la desigualdad cuantitativa y cualitativa que marca sus experiencias pasadas y presentes. De forma complementaria, la promesa de una inserción y desarrollo profesionales en el que sus saberes, experiencias y formación sean valorados encuentra un reaseguro en lo desconocido, en lo inexplorado, en lo novedoso.

Así, mientras que la informática se muestra como un campo profundamente desigual, que las mide según parámetros supuestamente neutrales pero asociados a trayectorias y experiencias masculinas (Ortmann, 2015, 2017, 2019), lo ingenieril ofrece un terreno diferente en tanto que provee de un marco formal y aparece como garante de una futura inserción, al menos de manera potencial. Entonces, el interés en las tecnologías y el gusto por la informática pueden encontrar otras nuevas formas posibles de habitar un espacio que es a la vez deseado y negado. De este modo, la identidad profesional se vislumbra en la intersección de las dimensiones de la experiencia signadas por el deseo y, en consecuencia, inconscientes, y de otras dimensiones sujetas a una autorregulación deliberada (Braidotti, 2004).

El sentido de pertenencia

A través de una serie de actividades extracurriculares que se realizan con la finalidad de poner en valor la experiencia y los logros alcanzados por las graduadas, las profesoras y las estudiantes, la identidad ingenieril también construye significados asociados a la pertenencia institucional, y así habilita periféricamente la visibilización de trayectorias femeninas en el mundo académico y laboral. Aún con diferentes orientaciones, los tres tipos de actividades relevadas, presentadas previamente, dan cuenta de características comunes.

En primera instancia, estas iniciativas inscriben la problemática en un “tema de mujeres”, no sólo en la definición identitaria de las actoras, que se expresa principalmente de forma cisheteronormada, sino fundamentalmente en el alcance y el abordaje que demanda la situación. La perspectiva asumida sostiene implícitamente que hay una falta de interés y/o de estrategias por parte de las mujeres para participar en este ámbito, de modo que exponer los logros satisfactorios, las carreras profesionales exitosas y la coexistencia armoniosa con la maternidad son maneras de demostrar que el mayor obstáculo es de orden motivacional (Martínez Álvaro, 2017; Starr, 2018).

Este enfoque es consistente con un rasgo común identificado en muchas de las propuestas contemporáneas que buscan incrementar el número de mujeres en ciencia y tecnología mediante políticas compensatorias centradas en ofrecer licencias, reducción de horarios y permisos especiales que permitan sostener los cargos sin descuidar las tareas de reproducción y cuidado. En este sentido, la restricción de la problemática a una dificultad de conciliación con el deber-ser femenino refuerza las estructuras cisheteropatriarcales dominantes, a la vez que inscribe en el plano personal las dificultades que encuentran las mujeres para desarrollarse académica y profesionalmente en este campo (Faulkner, 2009; González Ramos, 2018).

Asimismo, otro aspecto que se observa transversalmente en estas actividades es que no avanzan sobre los contenidos y enfoques de las propuestas de enseñanza, ni reconocen obstáculos formales, ya sea en la formación universitaria o en la industria informática. Con la excepción de referencias aisladas en el primer tipo de charlas dirigidas a estudiantes, estos eventos ostentan una cuidadosa omisión de términos como: género, feminismo, patriarcado, machismo, misoginia, entre otros, que podrían contextualizar el panorama y situar las dificultades a nivel estructural, en lugar de limitarlas al alcance de la voluntad individual. Esta invisibilización o negación del androcentrismo puede leerse como consecuencia del discurso meritocrático que evalúa y considera los logros alcanzados únicamente por la capacidad personal (Bagilhole y Goode, 2001). Desde esta óptica, las acciones afirmativas que buscan potenciar y crear mejores condiciones para las mujeres, colocan bajo sospecha los resultados conseguidos, por ese motivo son habitualmente rechazadas por las propias beneficiarias de esas políticas (González Ramos, 2018).

Por último, si bien resultan funcionales al marco androcéntrico y acentúan las premisas cisheteropatriarcales propias del campo, estas actividades permiten construir un sentido de pertenencia "femenino", conectando a profesoras, estudiantes y graduadas, ofreciendo espacios de encuentro y de intercambio, y acercando experiencias desconocidas o ignoradas para la mayoría. Así, de manera implícita, indirecta, e incluso periférica, instalan la cuestión de género en la informática y en la ingeniería, que ha sido históricamente silenciada en estos ámbitos.

Conclusiones

Con el propósito de aportar nuevas miradas sobre la brecha de género en las carreras informáticas en el contexto local contemporáneo, este trabajo desarrolló una aproximación a los sentidos que se asignan a la identidad ingenieril a partir de la indagación de las percepciones y las expectativas que los actores institucionales construyen sobre la formación universitaria y el futuro desempeño profesional de estudiantes de ingeniería en sistemas. Para desplegar el abordaje del problema de investigación, este artículo recuperó los resultados de un estudio etnográfico realizado en una universidad nacional de gestión pública-estatal, con sedes en el AMBA, que ofrece distintos trayectos formativos en el área informática.

Los datos relevados en el trabajo de campo se expusieron organizados en tres ejes, de acuerdo a los ámbitos y dimensiones de la formación en los que se observaron ciertos mensajes sobre la identidad ingenieril de manera más persistente y continuada. El análisis de las formas en que se percibe y las expectativas que se construyen en torno a ella permitió delimitar tres sentidos que coexisten de modo concurrente en las experiencias educativas del nivel superior universitario.

En primer lugar, las propuestas de enseñanza abonan a la conformación de la identidad ingenieril desde una posición de demanda de reconocimiento de la titulación ante una industria informática

que valora la experticia antes que las certificaciones. Desde una perspectiva diferente, más subordinada y anónima, las estudiantes suscriben a este mensaje institucional, en tanto que encuentran en la definición de ingenieras (o de “ingenieros”, en sus propios términos) la posibilidad de ser reconocidas e insertarse profesionalmente. Asimismo, la identidad ingenieril expresa sentidos orientados a reforzar la pertenencia a la institución, que no cuestionan el androcentrismo disciplinar ni los sesgos cisheteropatriarcales, pero al mismo tiempo, conectan a las mujeres de los distintos claustros y permiten construir espacios de encuentro y de intercambio.

Referencias

- Bagilhole, B. y Goode, J. (2001). The contradiction of the myth of individual merit, and the reality of a patriarchal support system in academic careers: A Feminist Investigation. *European Journal of Women's Studies*, 8(2), 161–180. <https://doi.org/10.1177/135050680100800203>
- Bonder, G. (2015). Hacia la innovación de la educación científica y tecnológica con enfoque de género. *Cátedra Regional UNESCO Mujer, Ciencia y Tecnología en América Latina*.
- Braidotti, R. (2004). *Feminismo, diferencia sexual y subjetividad nómada*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Bray, F. (2007). Gender and Technology. *Annual Review of Anthropology*, 36, 37–53. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.36.081406.094328>
- Castañeda Salgado, M. (2012) Etnografía feminista. En N. Blazquez Graf, F. Flores Palacios y M. Ríos Everardo (Coords.). *Investigación feminista: epistemología, metodología y representaciones sociales*, pp. 217-238. México: UNAM.
- Corbett, C. y Hill, C. (2015). *Solving the Equation: The variables for women's success in Engineering and Computing*. California: American Association of University Women.
- D'Andrea, L., Kozak, A. y Gagliolo, G. (2019). Hacia una nueva perspectiva de género en la enseñanza de la Matemática: revisión de materiales didácticos y de las concepciones de estudiantes en carreras de ingeniería. *Actas de las V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, Universidad Nacional de La Plata.
- Dorio Alcaraz, I., Sabariego Puig, M. y Massot Lafon, I. (2009). Características generales de la metodología cualitativa. En: R. Bisquerra Alzina (Coord.). *Metodología de la investigación educativa*, pp. 275-292. Madrid: Editorial La Muralla.
- Duru-Bellat, Marie. (1996). Orientación y resultados en las ramas científicas. En: R. Clair (Ed.). *La formación científica de las mujeres. ¿Por qué hay tan pocas científicas?*, pp. 71-88. Madrid: Libros de la Catarata.
- Faulkner, W. (2009). Doing gender in engineering workplace cultures. I. Observations from the field. *Engineering Studies*, 1(1), 3-18. <https://doi.org/10.1080/19378620902721322>
- Freytes Frey, A. y Barbetti, P. (2020). Los estereotipos de género en las elecciones y expectativas de estudiantes de Educación Técnica Profesional en Argentina: diferencias regionales y de género. *RASE - Revista de Sociología de la Educación*, 13(3), 346-370.

- González Ramos, A. (2018). ¿Por qué abandonan las mujeres? En: A. González Ramos (Dir.). *Mujeres en la ciencia contemporánea. La aguja y el camello*, pp. 39-66. Barcelona: Icaria Editorial.
- González Ramos, A., Vergés Bosch, N. y Martínez García, J. (2017). Las mujeres en el mercado de trabajo de las tecnologías. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 159, 73-90. <http://doi.org/10.5477/cis/reis.159.73>
- Lohan, M. (2000). Constructive tensions in feminist technology studies. *Social Studies of Science*, 30(6), 895-916. <https://doi.org/10.1177/030631200030006003>
- Lohan, M. y Faulkner, W. (2004). Masculinities and Technologies: Some introductory remarks. *Men and Masculinities*, 6(4), 319-329. <https://doi.org/10.1177/1097184X03260956>
- Marcus, G. (2001). Etnografía en/del sistema mundo. El surgimiento de la etnografía multilocal. *Alteridades*, 22(2), 111-127.
- Marcus, G. (2018). Etnografía Multisituada. Reacciones y potencialidades de un Ethos del método antropológico durante las primeras décadas de 2000. *Etnografías Contemporáneas*, 4(7), 177-195.
- Martínez Álvaro, L. (2017). La digitalización del patriarcado: retención del talento femenino en las empresas tecnológicas. *Dossiers feministes*, 22, 29-48. <http://dx.doi.org/10.6035/Dossiers.2017.22.3>
- Morgade, G. (2012). *Aprender a ser mujer, aprender a ser varón. Relaciones de género y educación. Esbozo de un programa de acción*. Buenos Aires: Noveduc.
- Mura, N., Yansen, G. y Zukerfeld, M. (2012). ¿Por qué las mujeres no programan? Acerca de los vínculos entre género, tecnología y software. En: L. Dughera, G. Yansen y M. Zukerfeld (Comps.). *Gente con códigos. La heterogeneidad de los procesos productivos de software*, pp. 237-277. Buenos Aires: Universidad Maimónides.
- Ortmann, C. (2015). Mujeres, ciencia y tecnología en las universidades: ¿la excepción a la regla? Procesos de construcción identitaria profesional en estudiantes de ingeniería. *Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*, 38, 95-108.
- Ortmann, C. (2017). Exclusión y violencia simbólica en la experiencia educativa de las estudiantes de ingeniería. *Revista Interdisciplinaria de Estudios de Género*, 3(5), 187-209. <https://doi.org/10.24201/eg.v3i5.122>
- Ortmann, C. (2019). Violencias invisibles. Relecturas posibles de la dominación masculina en la experiencia educativa de las estudiantes de ingeniería. En: I. Pastor (Ed.). *Igualdad de género en Europa y América Latina. Educación superior, violencias y políticas de integración regional*, pp. 107-122. Tarragona: Publicacions de la Universitat Rovira i Virgili.
- Palermo, H. (2018). Masculinidades en la industria del software en Argentina. *Revista Internacional de Organizaciones*, 20, 103-121. <https://doi.org/10.17345/rio20.103-121>
- Rabosto, A. y Zukerfeld, M. (2019). El sector argentino de software: desacoples entre empleo, salarios y educación. *Ciencia, Tecnología y Política*, 2, 71-78.

Rodríguez Martínez, C. y Angulo Rasco, F. (2006). Problemas y limitaciones del acceso de las jóvenes a las tecnologías de la información y la comunicación. En: C. Rodríguez Martínez (Comp.). Género y currículo. Aportaciones del género al estudio y práctica del currículo, pp. 131-152. Madrid: Ediciones Akal.

Sabariego Puig, M., Massot Lafon, I. y Dorio Alcaraz, I. (2009). Métodos de investigación cualitativa. En: R. Bisquerra Alzina (Coord.). Metodología de la investigación educativa, pp. 293-328. Madrid: Editorial La Muralla.

Starr, C. (2018). "I'm Not a Science Nerd!": STEM stereotypes, identity, and motivation among undergraduate women. *Psychology of Women Quarterly*, 42(4), 489–503. <https://doi.org/10.1177/0361684318793848>

Vailló, M. (2016). La investigación sobre libros de texto desde la perspectiva de género: ¿Hacia la renovación de los materiales didácticos? *Tendencias Pedagógicas*, 27, 97-124. <https://doi.org/10.15366/tp2016.27.003>

Vergés Bosch, N. (2013). *Teorías Feministas de la Tecnología: Evolución y principales debates*. Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona.

Wajcman, J. (1991). *Feminism confronts technology*. United States: Pennsylvania State University Press.

Wajcman, J. (2006). *El tecnofeminismo*. Madrid: Ediciones Cátedra.

Wajcman, J. (2010). Feminist theories of technology. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 143-152. <https://doi.org/10.1093/cje/ben057>

Wajcman, J., Young, E. y Fitzmaurice, A. (2020). *The Digital Revolution: Implications for gender equality and women's rights 25 years after Beijing*. UN Women.

Yansen, G. y Zuckerfeld, M. (2013). Códigos generizados: la exclusión de las mujeres del mundo del software. *Obra en cinco actos. Universitas humanística*, 76, 207-233.

UNA NUEVA CARRERA COMO OFERTA EDUCATIVA. EL LABORATORIO MIG Y SU POTENCIAL PARA AMPLIAR PERSPECTIVAS DE ACCIÓN INSTITUCIONAL

Daiana Schlegel*, Analía Chiecher, Paola V. Paoloni, Leticia Concha, Jacqueline E. Moreno
Universidad Nacional de Río Cuarto, Ruta Nac. 36 Km. 601 (5804) Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

**Autora a quien la correspondencia debe ser dirigida: Correo electrónico: dschlegel@hum.unrc.edu.ar*

RESUMEN

El artículo presenta una investigación del Laboratorio de Monitoreo de Inserción de Graduados (Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Río Cuarto), realizada con el propósito de conocer características de los estudiantes de Ingeniería en Energías Renovables, una oferta educativa reciente en la referida casa de altos estudios. Los datos se recopilaron mediante una encuesta longitudinal sobre las trayectorias de los estudiantes y sus valoraciones personales acerca de aspectos del contexto de enseñanza. El grupo de estudiantes se caracterizó por una distribución equitativa según género, con una edad promedio de 19 años y una mayoría proveniente de la localidad donde se sitúa la Universidad (Río Cuarto). La satisfacción con la carrera aumenta en estudiantes con mayor trayectoria cursada. En general, la elección de la carrera se basó en el interés por las energías renovables y su salida laboral. En cuanto a las trayectorias laborales, un grupo minoritario ha trabajado durante la carrera, y estos trabajos varían en su naturaleza. Las apreciaciones sobre la carrera, la facultad, los profesores y la enseñanza son principalmente positivas, aunque se identifican áreas de mejora. Los estudiantes también propusieron sugerencias sobre la organización de horarios, la pedagogía, los recursos y la comunicación institucional. En resumen, este estudio ofrece una visión completa de la experiencia de los estudiantes en la

ABSTRACT

The article presents an investigation of the Graduate Insertion Monitoring Laboratory (Faculty of Engineering - National University of Río Cuarto), carried out with the purpose of knowing the characteristics of Renewable Energy Engineering students, a recent educational offer in the aforementioned house of high studies. Data were collected through a longitudinal survey on students' trajectories and their personal assessments of aspects of the teaching context. The group of students was characterized by an equitable distribution according to gender, with an average age of 19 years and a majority coming from the town where the University is located (Río Cuarto). Satisfaction with the degree increases in students with a longer track record. In general, the choice of the career was based on the interest in renewable energies and their job opportunity. In terms of career paths, a minority group has worked during the degree, and these jobs vary in nature. The appreciations about the career, the faculty, the professors and the teaching are mainly positive, although areas for improvement are identified. The students also proposed suggestions on the organization of schedules, pedagogy, resources, and institutional communication. In summary, this study offers a comprehensive view of the student experience in the Renewable Energy Engineering major and

carrera de Ingeniería en Energías Renovables y destaca oportunidades para mejorar la calidad educativa en esta área innovadora.

Palabras clave: Ingeniería, Energías Renovables, Relevamiento, Universidad.

highlights opportunities to improve educational quality in this innovative area.

Key-words: Engineering, Renewable Energies, Survey, University.

INTRODUCCIÓN

En el año 2021, la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) se destaca como la pionera a nivel nacional al introducir el dictado de la carrera Ingeniería en Energías Renovables (en adelante IER), con título con validez nacional (Ministerio de Educación, 2020). El objetivo general de la carrera consiste en la formación de profesionales capacitados para hacer “uso de las herramientas conceptuales, metodológicas, técnicas y científicas en el campo de las Energías Renovables para diseñar, planificar y evaluar metodologías y técnicas aplicables al desarrollo del sector de las Energías Renovables” (Universidad Nacional de Río Cuarto, 2022).

Tras su reciente incorporación en la oferta académica de la UNRC, se tornó relevante atender a las características de su estudiantado, para conocer así aspectos relativos a su procedencia, motivos de elección de la carrera, percepciones sobre aspectos del contexto académico y, en definitiva, identificar así posibles áreas de mejora. En esa misión, intervino el Laboratorio de Monitoreo de Inserción de Graduados (MIG) de la FI-UNRC.

Concretamente, los Laboratorios de Monitoreo de Inserción de Graduados (MIG) son grupos de investigación que operan en red, en distintas instituciones del país, con la función de recabar y proporcionar datos a la Secretaría Académica de cada Universidad sobre sus estudiantes, graduados y desertores. Dicha información tiende a funcionar como una ‘usina’ de datos a partir de la cual las autoridades pueden tomar decisiones fundadas en relación a las políticas educativas más pertinentes (Panaia et al., 2005).

En el marco de lo expuesto, el Laboratorio MIG de la FI-UNRC, realizó en el primer semestre de 2023 una investigación orientada a conocer características, rasgos y percepciones del estudiantado de la nueva carrera. Se entendió necesario, oportuno e importante realizar dicho relevamiento por diferentes motivos. En primer lugar, para recabar información demográfica respecto del grupo. En segundo lugar, para conocer las características y necesidades de los estudiantes, dado que posibilitará ajustar el plan de estudios. En tercer lugar, para conocer el grado de satisfacción y las percepciones de los estudiantes respecto de la oferta académica, lo que permitirá definir herramientas conceptuales y metodológicas más sensibles para promover mejoras en las propuestas de enseñanza.

En síntesis, los datos obtenidos a partir del relevamiento nos permiten conocer la población estudiantil que cursa la carrera, conocer sus percepciones y valoraciones respecto de la misma, lo que entendemos debería resultar un insumo valioso para la toma de decisiones políticas y académicas orientadas a optimizar la calidad de la nueva oferta académica. Entre los aspectos que fueron abarcados en este relevamiento se encuentran los siguientes: distribución de los estudiantes encuestados según género, edad, lugar de procedencia; satisfacción respecto de la carrera; otras

carreras elegidas antes de comenzar IER; las trayectorias laborales paralelas a las trayectorias de formación; los motivos de elección de la carrera; apreciaciones sobre la carrera, sobre la Facultad de Ingeniería, sobre los profesores y sobre la enseñanza; asignaturas o contenidos valorados como más difíciles y sugerencias de mejora.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación no experimental, transversal y descriptiva (Hernández Sampieri y Mendoza-Torres, 2018). En ese marco, en el mes de abril de 2023, integrantes del Laboratorio MIG asistieron a las clases de materias de primero, segundo y tercer año de la carrera de IER con la finalidad de administrar una encuesta y recoger datos proporcionados por los estudiantes de esta oferta educativa nueva dentro de la FI-UNRC. Se obtuvieron respuestas de 121 alumnos de un total de 182 estudiantes efectivos: 76 de quienes respondieron ingresaron en el año 2023, 32 lo hicieron en 2022 y 13 iniciaron la carrera en el mismo año en que fue creada (2021).

Los datos fueron recabados atendiendo a la propuesta metodológica que caracteriza el accionar de los Laboratorio MIG; esto es, empleando un formulario de encuesta longitudinal que permite captar la temporalidad de las trayectorias de los estudiantes (Panaia, 2006). Además, se incorporaron una serie de preguntas abiertas, puntualmente enfocadas en explorar percepciones situacionales y valoraciones relacionadas con el contexto de enseñanza.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en relación con cada una de las variables del estudio.

Distribución de los estudiantes encuestados según género

Entre los estudiantes que respondieron la encuesta, la distribución por género se presenta equitativa, siendo 62 varones (51%) y 59 mujeres (49%).

Edad de los estudiantes encuestados

La edad promedio de los alumnos de IER es de 19 años y el modo, de 18 años. La distribución de frecuencias según edad se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 1. Distribución de estudiantes de IER según edad. Datos para 121 estudiantes. FI-UNRC

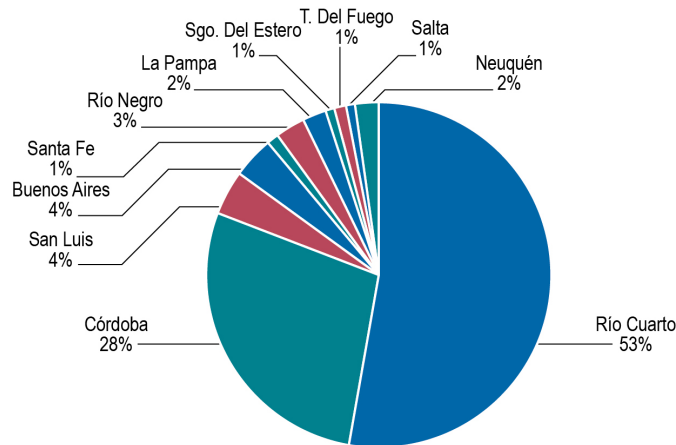
Edad	Frecuencia
17	7
18	45
19	37
20	17
21	6
22	5
23 o más	4
total	121

Fuente: elaboración propia (2023)

Procedencia de los estudiantes encuestados

Respecto de la procedencia de los alumnos, 53% son de la ciudad de Río Cuarto en tanto que el resto proviene de otras localidades de la provincia de Córdoba (28%) o bien de otras provincias (19%), tal como lo muestran la Figura 1 y la Tabla 2.

Figura 1. Procedencia de los estudiantes de IER. Datos para 121 estudiantes. FI-UNRC



Fuente: elaboración propia (2023)

Tabla 2. Detalle de procedencia de los estudiantes IER

Río Cuarto: 64	Localidades de Córdoba: 34	Otras provincias: 21
	Achiras (3), Alcira Gigena (1), Alejandro Roca (1), Bell Ville (1), Canals (2), Baigorria (1), Moldes (2), Del Campillo (2), Elena (1), Embalse (1), Gral. Cabrera (4), Gral. Deheza (4), James Craik (1), Higueiras (3), Perdices (1), Mattaldi (1), Sampacho (2), Serrano (1), Villa Huidobro (1), Reducción (1)	-Buenos Aires: Bahía Blanca (1), Coronel Pringles (1), Monte Hermoso (2), Necochea (1) -Río Negro: Catriel (4) -La Pampa: Gral. Pico (1), Santa Rosa (1) -Santiago del Estero: La Banda (1) -Tierra del Fuego: Río Grande (1) -Salta: Salta (1) -San Luis: San Luis (3), Tilisarao (1), Villa Mercedes (1) -Neuquén: San Martín de Los Andes (1), Zapala (1) -Santa Fe: Santa Fe (1), Venado Tuerto (1)

Fuente: elaboración propia (2023)

Satisfacción manifestada por los estudiantes respecto de la carrera cursada

Respecto de la satisfacción con la carrera -la que se indagó solicitando marcar un valor en una escala de 1 a 10 donde 1 representa la valoración más negativa y 10 la más positiva-, el promedio fue 7.98 y la categoría modal 8. El valor mínimo seleccionado por los estudiantes fue 5 (4 estudiantes) y el máximo 10 (seleccionado por 14 estudiantes). La siguiente Tabla 3 presenta la distribución de las respuestas.

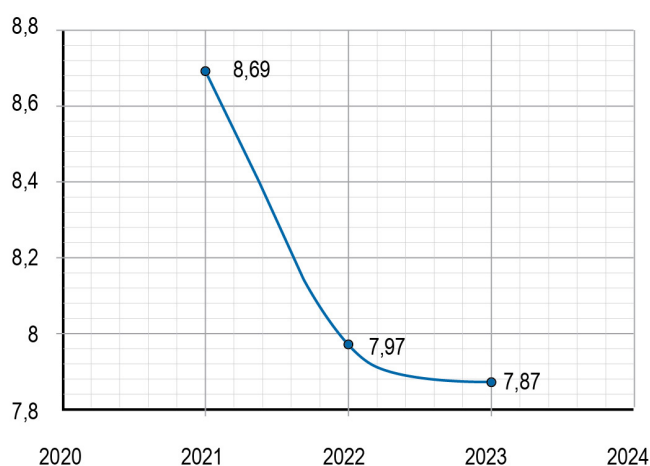
Tabla 3. Distribución de estudiantes según satisfacción con la carrera.

Datos para 121 estudiantes. FI-UNRC

Satisfacción	Frecuencia	Porcentaje
5	4	3%
6	7	6%
7	28	23%
8	43	36%
9	24	20%
10	14	12%
Total	121	100%

Fuente: elaboración propia (2023)

Cabe señalar que un análisis según año de ingreso muestra valores de mayor satisfacción con la carrera entre aquellos estudiantes que han transitado más tiempo en la misma. La Figura 2 ilustra el sentido de lo aquí referido.



Fuente: elaboración propia (2023)

Otras carreras elegidas por los alumnos encuestados antes de comenzar IER

El 86% (104 de los encuestados) inició la carrera de IER siendo ésta la primera carrera universitaria elegida. El restante 14% (17 alumnos) habían iniciado previamente otras carreras en la UNRC y se cambiaron dado el atractivo de la nueva oferta. El detalle se presenta en la Tabla 4.

Distribución de alumnos que iniciaron otra carrera antes de IER. Datos para 17 de los 121 estudiantes de IER. FI-UNRC.

Tabla 4. Distribución de alumnos que iniciaron otra carrera antes de IER. Datos para 17 de los 121 estudiantes de IER. FI-UNRC

Carrera iniciada antes de IER	Cantidad de alumnos
Ingeniería Química	6
Ingeniería Electricista	3
Ingeniería Mecánica	2
Ingeniería Electrónica	2
Ingeniería Agronómica	1
Arquitectura	1
Técnico en Laboratorio	1
Microbiología	1
Total	17

Fuente: elaboración propia (2023)

Trayectorias laborales paralelas a las trayectorias de formación

Del total de estudiantes encuestados, 35 (29%) informaron haber trabajado en alguna oportunidad desde el inicio de la carrera hasta el momento de ser encuestados; los restantes 86 no lo hicieron, teniendo entonces una dedicación exclusiva al estudio (71%).

De los 35 estudiantes que declararon haber trabajado en alguna oportunidad durante el curso de IER, 7 iniciaron la carrera trabajando en 2021 y dejaron de trabajar durante 2022. En el momento de ser encuestados, 3 de los 7 buscaban trabajo a través de Internet en tanto que los otros 4 no buscaban trabajo porque contaban con sustento familiar para continuar estudiando.

Respecto de los 28 estudiantes que se encontraban trabajando en el momento de ser encuestados, la mayor parte (25) se desempeñaba solo en una actividad laboral, aunque 2 de ellos tenían 2 empleos simultáneos y 1 tenía 3 empleos simultáneos.

En cuanto al tipo de trabajo y sector laboral de los trabajos declarados por los 28 estudiantes que se encontraban trabajando al momento de ser encuestados, 14 trabajos se realizaban bajo la modalidad de contratos temporales (3 en comercios; 3 becas en universidad pública, 4 en servicios, 1 en 'otros'; 3 N/C); 15 trabajos fueron informados como independientes (5 en servicios, 2 en 'otros' rubros, 1 en docencia, 1 en transporte y 6 N/C); 2 trabajos se informaron como estables, en relación de dependencia, aunque no se cuenta con datos respecto del sector laboral al que pertenecen.

Resta profundizar, en posteriores contactos que el Laboratorio MIG tendrá con los estudiantes, en aspectos que permitirán obtener un panorama más completo sobre la situación de estos estudiantes que al mismo tiempo transitan trayectorias laborales. En tal sentido, será importante conocer la cantidad de horas dedicadas al trabajo, la relación de dichas actividades con la carrera, entre otros aspectos.

Motivos de elección de la carrera IER

La consulta acerca de los motivos por los que los estudiantes eligieron la carrera IER fue formulada como una pregunta abierta: ¿Qué te atrajo de la carrera? ¿Por qué la elegiste?

Los análisis en base a nube de palabras efectuados con el soporte del software IRAMUTEQ arrojan los resultados presentados en la Figura 3. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Qué te atrajo de la.



Figura 3. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Qué te atrajo de la carrera? ¿Por qué la elegiste?”

Fuente: elaboración propia (2023)

La idea de sentido que emerge de los análisis indica que mayormente el atractivo de la carrera está en el interés y gusto de estos jóvenes por el tema de las energías renovables, la salida laboral que perciben tiene la carrera, por ser novedosa (nueva) y estar vinculada con el futuro y el cuidado del medio ambiente.

Las siguientes respuestas de los estudiantes encuestados ilustran el sentido referido:

“Elegí la carrera por el interés en lo relacionado a la energía, cuidado del ambiente, solución de situaciones, diseño o mantenimiento de máquinas, la posibilidad de aportar algo a la calidad de vida y ambiente”

“La elegí por la amplia salida laboral que ofrece, otro factor es que era una carrera única y nueva”

“La elegí porque me pareció una carrera interesante e importante en un futuro”

Apreciaciones sobre la carrera

La consulta acerca de las apreciaciones de los estudiantes sobre la carrera que cursan se formuló también solicitando una respuesta abierta, del siguiente modo: ¿Cuál es tu apreciación sobre la carrera? El análisis de las respuestas arrojó como palabras más frecuentemente mencionadas las que se presentan con mayor tamaño en la Figura 4. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la carrera?”.

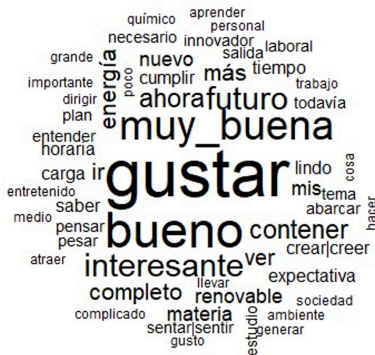


Figura 4. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la carrera?”

Fuente: elaboración propia (2023)

La carrera fue calificada como de agrado o gustosa (28 sujetos), buena (20 estudiantes), muy buena (16 estudiantes), interesante (12 estudiantes), vinculada con el futuro (12 estudiantes) y completa (8 estudiantes). Las siguientes respuestas de los estudiantes encuestados ilustran los sentidos referidos:

“Me parece que está bien, me gusta la carrera”

“Muy buena, me parece una carrera completa y organizada”

“Complicada en algunos momentos, pero está buena”

“Es interesante y puede tener salida laboral aceptable”

“A mi parecer esta carrera es muy completa, te permite desarrollarte en gran variedad de áreas”

“Lleva mucho tiempo y esfuerzo, pero los contenidos se disfrutan y al final la carrera es muy necesaria para el futuro”

Apreciaciones sobre la Facultad de Ingeniería

La consulta acerca de las apreciaciones de los estudiantes sobre la Facultad de Ingeniería se formuló de manera abierta del siguiente modo: ¿Cuál es tu apreciación sobre la Facultad de Ingeniería? El análisis arrojó como palabras más frecuentemente mencionadas las que se presentan con mayor tamaño en la Figura 5. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la Facultad de Ingeniería?”⁵.

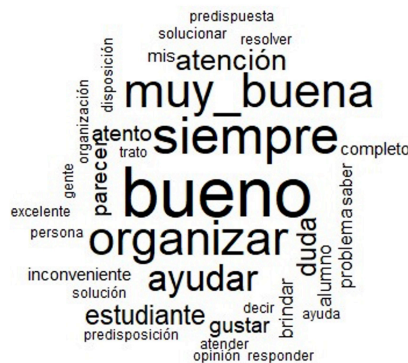


Figura 5. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la Facultad de Ingeniería?”

Fuente: elaboración propia (2023)

La Facultad es percibida por el estudiantado en términos positivos, calificada como buena (29 menciones) o muy buena (19 menciones), siempre atenta a las necesidades que surgen, organizada (19 menciones), dispuesta a ayudar (14 menciones) y a brindar atención (10 menciones). Algunas respuestas en este sentido ilustran lo referido:

“Bien organizada y siempre pensando en actividades que nos incentiven”

“Organizada, siempre predispuesta a brindar la ayuda o solución necesaria, ambiente cómodo”

“Muy buena atención y respuestas ante las dudas y problemas del estudiante”

Apreciaciones sobre los profesores

La consulta acerca de las apreciaciones de los estudiantes sobre los profesores que tienen a su cargo asignaturas de la carrera IER también se formuló de manera abierta: *¿Cuál es tu apreciación sobre los profesores?* El análisis de las respuestas arrojó como palabras más frecuentemente mencionadas las que se presentan en la Figura 6. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta *“¿Cuál es tu apreciación sobre los profesores de la Facultad de Ingeniería?”* 6 con mayor tamaño.

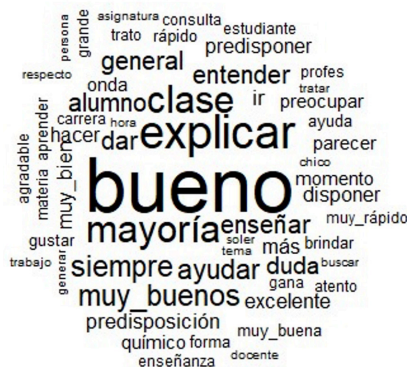


Figura 6. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta *“¿Cuál es tu apreciación sobre los profesores de la Facultad de Ingeniería?”*

Fuente: elaboración propia (2023)

En general, prevalece una valoración positiva acerca de los docentes, quienes son percibidos, en su mayoría, como buenos profesores (38 menciones), muy buenos (12 menciones) -algunos los consideraron excelentes-, predispuestos a ayudar al alumno (11 menciones), resolver dudas, explicar (22 menciones) y dar ejemplos (10 menciones). A continuación, algunas respuestas en este sentido:

“En mi corta experiencia, todos excelentes profesores, a disposición de cada alumno, algunos brindando una gran contención más allá de su asignatura”

“En general nos ayudan con nuestras dudas y crean un ambiente de trabajo confortable”

“Excelentes profesionales apasionados por su trabajo, desarrollan clases dinámicas y enriquecedoras”

Algunas respuestas expresan también una valoración positiva validándola para la mayoría de los profesores, pero luego hacen excepciones en relación con otros docentes que aparentemente no serían percibidos en términos tan positivos

“Hay de todo, docentes apasionados por enseñar y docentes que solo dan clase (por lo que parece) por motivos económicos exclusivamente”

“En su mayoría son muy accesibles y amables, se nota que les gusta lo que hacen y se preocupan por los estudiantes. Algunos pocos son soberbios”

Apreciaciones sobre la enseñanza

La exploración de las opiniones de los estudiantes sobre la enseñanza recibida fue realizada mediante una pregunta abierta: ¿Cuál es tu apreciación sobre la enseñanza recibida?

El análisis de las respuestas obtenidas reveló que las palabras más comúnmente mencionadas son aquellas que se muestran con mayor tamaño en la Figura 7. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la enseñanza recibida?”.

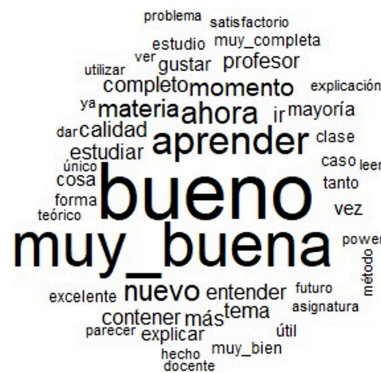


Figura 7. Nube de palabras en base a 121 respuestas a la pregunta “¿Cuál es tu apreciación sobre la enseñanza recibida?”

Fuente: elaboración propia (2023)

Tal como puede observarse en la Tabla 9 y en la nube de palabras, los estudiantes tienen una valoración positiva respecto de la enseñanza recibida, ya que la mayoría la califica como buena (34 menciones) o muy buena (26 menciones), por medio de la cual lograron aprender (15 menciones) hasta el momento. También la describen como completa (7 menciones), con nuevos/as (10 menciones) contenidos, ideas, temas y conceptos, una enseñanza de calidad (7 menciones). Para algunos estudiantes estas valoraciones positivas son mencionadas en términos generales, aplicables a todas las materias (8 menciones), mientras que para otra parte se da solo en algunas:

“Muy buena, aprendí a estudiar y a entender lo que estudiaba”

“Buena, aprendí muchas cosas, además de desarrollar una forma de pensar mejor, más eficiente y amplia”

“La enseñanza que por ahora estoy recibiendo es buena y por ahí estoy viendo cosas nuevas o en otros casos reforzando conocimientos”

En el caso de los estudiantes que marcan excepciones respecto de la valoración positiva de la enseñanza, señalan como obstáculos la velocidad con la que se enseña, el ritmo al que se avanza o la organización de los horarios:

“Los ritmos a veces suelen ser un poco rápidos y las horas a veces exceden lo usual, por otra parte, la enseñanza es muy buena”

“La enseñanza de por sí es muy buena, lo único que a veces van muy rápido en las explicaciones”

“Por el momento, van bien, algunas materias van rápidas y con poca explicación”

Asignaturas o contenidos valorados como más difíciles

Se consultó mediante una pregunta de respuesta abierta *¿qué asignatura o contenido del plan de estudios te resultó más difícil y por qué?*

Claramente, considerando sus propias expresiones, las asignaturas que ofrecen mayor dificultad a los estudiantes son Física e Introducción a la Física, mencionadas en 69 oportunidades. Cálculo I fue mencionada como dificultosa por 26 estudiantes en tanto que Cálculo 2 solo por 6. En el área de Química (general y orgánica), se registraron 27 menciones. Otras asignaturas mencionadas con menor frecuencia fueron Electromagnetismo (3 alumnos), Probabilidad y Procesos Aleatorios (2 alumnos), Introducción a la Ingeniería en Energías Renovables (2 alumnos), Álgebra Lineal (1 alumno). La distribución de respuestas se presenta en la Figura 8. Asignaturas o contenidos valorados como más difíciles.

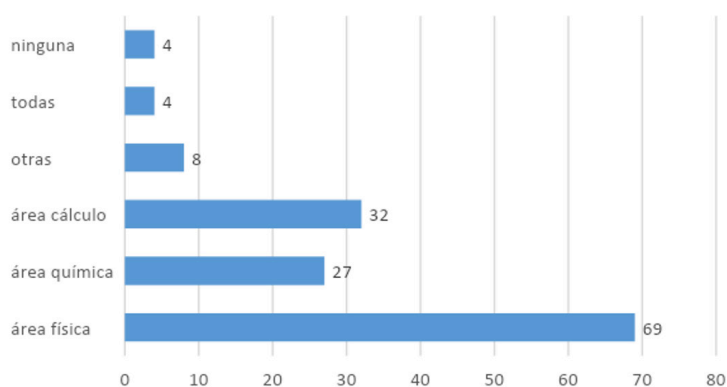


Figura 8. Asignaturas o contenidos valorados como más difíciles

Fuente: elaboración propia (2023)

Los motivos que mencionan los sujetos como causantes de las dificultades en estas áreas tienen que ver, en algunos casos, con cuestiones relativas a la complejidad intrínseca del contenido, en tanto que en otras áreas se mencionaron motivos vinculados a las formas de enseñanza y a cuestiones de índole pedagógico-didáctica.

Sugerencias de mejora

Se consultó a los estudiantes *¿qué podría modificarse, desde la institución (organización, horarios, docentes, espacios, etc.), para ayudar a un mejor cursado?* Las respuestas a dicha consulta eran libres y abiertas. El análisis de los datos permitió identificar categorías emergentes, las que son descriptas y ordenadas a continuación según frecuencias de mención.

1. Sugerencias relacionadas con la organización de horarios y de tiempos efectivos de cursada. En esta categoría se integran 60 respuestas que de algún modo refieren a que podrían mejorarse la organización y distribución de los horarios de cursada de modo tal que esto impacte positivamente en la experiencia del cursado en la carrera. A su vez, dentro de esta temática se identifican al menos cuatro tipos de respuestas:

a. Aquellas que refieren a la consideración de diferentes franjas horarias de modo tal que se curse todo por la mañana o todo por la tarde. Según manifiestan muchas de estas respuestas, esta organización sería una posibilidad interesante para aprovechar mejor los tiempos de estudio y tiempos personales. Por lo general, se muestra una marcada preferencia por cursar todo por la mañana. A continuación, algunos ejemplos en el sentido mencionado:

“Poder cursar durante la mañana así aprovecho mejor el día”

“La cursada la mañana sería genial, ya que se dejaría la tarde para estudiar”

b. Aquellas que proponen distribuir mejor la carga horaria de los diferentes días de la semana para así aprovechar los tiempos de estudio, ocio y vida social. A continuación, algunos ejemplos:

“Tal vez se podría mejorar los horarios de las asignaturas. Siento que no sirve tener 4 horas seguidas de la misma materia”

“Los horarios muy mal distribuidos. Algunos días sólo se cursa 2 horas y otros de 10 de la mañana a 20 horas”

c. Aquellas que sugieren reducir la carga horaria. En estas respuestas por lo general se menciona la preferencia de cursar 6 años antes que 5 con tal de tener más tiempos disponibles para estudiar y para ‘vivir’ en general. Compartimos algunos ejemplos:

“Disminuir las horas de cursado para tener tiempo de estudiar en casa y no tener que faltar para poder estudiar. Preferiría una carrera de 6 años antes de no poder estudiar en mi casa. Tenemos días de 11 horas de cursado”

“Menos carga horaria”

d. Aquellas que proponen analizar la correspondencia entre las horas que efectivamente se cursan en algunas asignaturas comunes a otras carreras (como por ejemplo en Electrónica Básica) y las horas que establece el plan de estudios para dichas asignaturas. Estas respuestas insisten en que se cursan más horas de las que en definitiva les son reconocidas (90 contra 60). A continuación, respuestas ilustrativas de esta categoría:

“Hay algunas materias que en el plan figuran con 60 horas y al cursarlas las cursamos con otras carreras que cursan 90 horas y no nos reconocen las horas que cursamos. Materias: informática y electrónica básica”

“Hay materias que cursamos más horas de las que aparecen en el plan de estudios”

2. Sugerencias relacionadas con mejoras necesarias en aspectos pedagógicos/didácticos de parte de algunos profesores. En esta categoría se integran 33 respuestas que refieren a decisiones que el docente puede tomar dentro del contexto de su asignatura para brindar mejores oportunidades y experiencias de aprendizaje a sus alumnos. Por ejemplo, decisiones sobre el ritmo de trabajo en relación con los contenidos (demasiado rápido para la mayoría), la capacidad de brindar explicaciones que puedan ser comprendidas por la mayoría (las mayores dificultades según las respuestas analizadas se focalizan en los teóricos de Química), mayor flexibilidad en los horarios de consulta propuestos, implementación de recreos necesarios en medio de un bloque de 4 horas de clase consecutivas, atender a un uso más inteligente de TIC (por ejemplo, clases que no se limiten a leer todo un PowerPoint), atender a las preguntas de los estudiantes y poder darles respuesta, ser empáticos con quienes manifiestan que no comprenden, desplegar estrategias de acompañamiento para aquellos que no comprenden, proponer tareas más genuinas y más prácticas (trabajos en laboratorio, visitas a empresas, etc.), implementar la grabación de clases o de clases de consulta que queden disponibles como material de trabajo.

“Estarían buenos más proyectos o laboratorios de la carrera”

“En clases de muchas horas permitir un recreo al medio para mejorar el cursado, yo creo que se necesita de un espacio así”

“Considero que podría modificarse la predisposición de algunos profesores”

“Tener en todas las materias un apunte hecho por los profesores, visitar lugares, empresas”

“Consultas en horarios más accesibles y clase más interactivas”

3. Sugerecias que refieren a la mejora en la disponibilidad, distribución y uso de recursos materiales que dependen de la Facultad y que optimizarían la experiencia de cursado.

En esta categoría se integran 20 respuestas que refieren a la necesidad de mejorar uso de espacios físicos (como mayor disponibilidad de aulas o contar con espacios para estudiar o recrearse), mejorar la disponibilidad de recursos como aires acondicionados y sistema de calefacción. Algunos ejemplos en este sentido:

“Me gustaría que haya una biblioteca más y un espacio de descanso para los estudiantes”

“Podrían crearse más espacios dedicados a ingresantes donde se explique cómo funciona la universidad y que se otorguen métodos de estudio y ayudas”

“Lugar de descanso para el invierno, mayor cantidad de agua caliente”

“Pongan jabón en los baños”

4. Sugerecias que refieren a la mejora en la disponibilidad, distribución y uso de recursos materiales que no dependen de la Facultad y que optimizarían la experiencia de cursado.

Se integran aquí 15 respuestas que destacan, por ejemplo, la necesidad de contar con mayor cantidad de menús en el comedor o de mejorar la disponibilidad de líneas de colectivos para trasladarse a sus lugares de residencia. Se integran en esta categoría

“Algo para cambiar sería la incorporación de un mayor número de menús en el comedor”

“El comedor se llena rápido”

“Un sistema de transporte mejor”

5. Sugerecias orientadas a la mejora de la comunicación institucional. Esta categoría integra 7 respuestas que refirieron a mejorar el funcionamiento del servidor, mejorar el SIAL, mejorar la forma de comunicar información importante dentro de la página institucional, etc. Ejemplos:

“Mejorar la página del sial”

“Un sitio web más eficiente”

“Mayor capacidad de gente conectada al aula virtual ‘SIAL’ ”

Por fin, 10 estudiantes no respondieron la pregunta acerca de sugerencias para mejorar, en tanto que 8 manifestaron no tener sugerencias puesto que estaban transitando experiencias satisfactorias. Ejemplos:

“Mi experiencia es óptima, no sé qué recomendar”

“En mi opinión no hay nada a modificar, me he sentido cómoda en todas las instancias evaluativas, de clase, de consulta, etc.”

CONCLUSIONES

Como se mencionó al comienzo del presente artículo, uno de los objetivos del Laboratorio MIG gira en torno a la indagación y análisis respecto de las características de los estudiantes que ingresan y transitan el cursado de las carreras de Ingeniería de la FI-UNRC. Esta investigación proporciona datos esenciales que orientan la toma de decisiones destinadas a mejorar las propuestas de enseñanza. En este caso particular, este objetivo adquiere una importancia aún mayor, dado que

estamos examinando a un grupo de estudiantes que está participando en una oferta académica novedosa, la cual es pionera en la UNRC y a nivel nacional.

Sintetizando los principales datos recogidos, los hallazgos indican que el grupo encuestado se caracteriza por tener una distribución de género equitativa, entre varones y mujeres, con una edad promedio de 19 años. En cuanto a su procedencia, más de la mitad proviene de la ciudad de Río Cuarto, mientras que el resto es de otras localidades de la provincia de Córdoba y un menor grupo llega a la UNRC desde otras provincias.

El promedio de satisfacción respecto de la carrera fue de 7.98, donde la puntuación mínima fue 5 y la máxima fue 10. Un dato importante respecto a este ítem fue que el grado de satisfacción tiende a aumentar a medida que los estudiantes pasan más tiempo en la carrera. Otro dato indagado fue si la carrera IER fue la primera elección o si habían cursado otra carrera anteriormente, de lo cual nos encontramos que para el 86% de los estudiantes esta era su primera elección. Entre los motivos de elección de la carrera se enunció su atractivo en relación al interés y gusto de los estudiantes por las energías renovables, la salida laboral percibida, el grado de novedad y por estar vinculada con el futuro y el cuidado del medio ambiente

En relación con las trayectorias laborales del estudiantado paralelas al estudio, se encontró que un menor grupo (29%) informó haber tenido empleo desde el inicio de la carrera hasta el momento de la encuesta, mientras que la mayoría (71%) se dedica exclusivamente al estudio. En cuanto a la naturaleza de los empleos, una parte son contratos temporales, otra parte son trabajos independientes y una minoría se caracteriza por ser trabajo estable.

Otro punto indagado fueron las apreciaciones de los estudiantes respecto de la carrera, la facultad, los profesores y la enseñanza. Respecto de la carrera tienen una percepción positiva, calificándola como agradable, buena, muy buena, interesante, vinculada con el futuro y completa. Respecto de la FI, es vista de manera positiva también, siendo calificada como buena o muy buena, atenta a las necesidades, organizada, dispuesta a ayudar y brindar atención. Los profesores son en su mayoría valorados como buenos o muy buenos, con disposición para ayudar, resolver dudas, explicar y dar ejemplos, aunque algunos estudiantes tienen excepciones en relación con ciertos docentes. En cuanto a la enseñanza, la mayoría la considera buena o muy buena, destacando la calidad, la posibilidad de aprender y la amplitud de contenidos, aunque algunos señalan desafíos relacionados con la velocidad de enseñanza, el ritmo y la organización de horarios.

Entre las asignaturas y contenidos percibidos como más difíciles, se destacan Física e Introducción a la Física, Cálculo, Química (tanto general como orgánica), y algunas otras mencionadas ocasionalmente. Las dificultades en estas áreas se atribuyen a la complejidad intrínseca del contenido en algunos casos, mientras que en otros casos se señalan problemas relacionados con los métodos de enseñanza y cuestiones pedagógico-didácticas.

Finalmente, entre las sugerencias de mejora para la experiencia de cursado enunciadas por el grupo de estudiantes encuestados se incluyen: 1. Organización de horarios y tiempos efectivos de cursada, 2. Mejoras pedagógicas y didácticas, 3. Mejorar la disponibilidad, distribución y uso de recursos materiales de la Facultad, 4. Optimizar la disponibilidad, distribución y uso de recursos materiales externos a la Facultad y 5. Mejorar la comunicación institucional y los medios. En resumen, las sugerencias de mejora abarcan aspectos organizativos, pedagógicos, de recursos materiales y de comunicación para enriquecer la experiencia de los estudiantes.

En conjunto, este análisis ofrece una visión completa de la experiencia de los estudiantes de IER en la FI-UNRC, lo que puede ser de utilidad para tomar decisiones y mejorar la calidad de la educación en esta área innovadora y en constante evolución.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al grupo de estudiantes de la carrera Ingeniería en Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto que participaron del estudio. Esta investigación fue llevada a cabo en el marco del trabajo llevado a cabo por el Laboratorio de Monitoreo de Inserción de Graduados (MIG) de la Facultad de Ingeniería de la UNRC.

REFERENCIAS

Hernández Sampieri, R. y Mendoza-Torres, P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill Educación.

Ministerio de Educación. (2020). Resolución M. N° 1591/2020 - Validez nacional por el Ministerio de Educación. doi: <https://www.ing.unrc.edu.ar/archivos/res1591-2020.pdf>

Panaia, M. (2006). Trayectorias de ingenieros tecnológicos: graduados y alumnos en el mercado de trabajo. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Panaia, M., Chiecher, A. C., Paoloni, P. V., & Sánchez, L. (2005). ¿Qué hacemos en el laboratorio MIG de la Facultad de Ingeniería? Boletín Itinerarios (1), 2. doi:https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/149254/CONICET_Digital_Nro.f851e3c8-e2db-466e-8c8a-ab516d7c4890_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Universidad Nacional de Río Cuarto. (2022). Res. CD323-2022 - Plan de estudio de la carrera Ingeniería en Energías Renovables. Obtenido de https://www.ing.unrc.edu.ar/carreras/resCD323-22_energias_renovables.pdf

EL TRABAJO AL MOMENTO DEL EGRESO. ANÁLISIS DE LAS COHORTES DE EGRESADOS/AS 2021-2022 DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA DE LA UTN-AVELLANEDA

Vanina Simone^{1*}, Darío Wejchenberg¹, Lucila Somma¹, Ivana Iavorski Losada¹

¹Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Avda. Ramón Franco 5050, (1874) Villa Domingo, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

**La correspondencia debe ser dirigida a: mig@fra.utn.edu.ar*

RESUMEN

El artículo analiza los resultados de la primera encuesta permanente y obligatoria a la población egresada de las carreras de Ingeniería de la UTN-Avellaneda (cohortes 2021-2022) y describe sus principales características en función de los datos sociodemográficos, familiares, educativos y, principalmente, laborales. Se logran identificar continuidades y diferencias respecto de poblaciones graduadas en años anteriores, generando información valiosa y sistemática para la política académica. El perfil de la población corresponde a varones, solteros y residentes en la zona de la Facultad. Si bien se mantiene el rasgo de carreras masculinizadas, la proporción de mujeres egresadas se ha elevado respecto de la década pasada. Trabajan bajo relación de dependencia, con contrataciones estables. Se insertan principalmente en los sectores de la Industria Manufacturera y la Construcción, seguidos por los Servicios Profesionales, Transporte y Administración Pública. La mayoría no tiene personal a cargo, ni ocupa puestos de dirección, tienen calificación profesional de analistas, asesores, ingenieros/as junior y sus tareas están mediadas por sistemas informáticos. El trabajo forma parte de las actividades de investigación que lleva adelante el Laboratorio de Monitoreo de Inserción de Graduados UTN Avellaneda con el fin de proveer insumos para la gestión universitaria e incentivar su autoevaluación permanente.

Palabras clave: egresados/as, ingeniería, situación laboral.

ABSTRACT

The article analyzes the results of the first permanent and mandatory survey of the population graduating from the Engineering courses of the UTN-Avellaneda (cohorts 2021-2022) and describes its main characteristics based on sociodemographic, family, educational and, mainly, data labor. Continuities and differences are identified with respect to populations graduated in previous years, generating valuable and systematic information for academic policy. The population profile corresponds to men, singles and residents in the faculty area. Although the feature of masculinized careers continues, the proportion of female graduates has increased compared to the last decade. They work under a dependency relationship, with stable contracts. They are mainly inserted in the Manufacturing Industry and Construction sectors, followed by Professional Services, Transportation and Public Administration. The majority do not have staff in charge, nor do they occupy management positions, they have professional qualifications as analysts, advisors, junior engineers and their tasks are mediated by computer systems. The work is part of the research activities carried out by the Graduate Insertion Monitoring Laboratory UTN Avellaneda in order to provide inputs for university management and encourage its permanent self-assessment.

Key words: graduates, engineering, employment situation.

INTRODUCCIÓN

El artículo forma parte del trabajo de investigación que viene llevando a cabo el Laboratorio de Monitoreo de Inserción de Graduados de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda (Laboratorio MIG) creado a fines del año 2006 por Res. CD 484/06¹. El propósito del Laboratorio MIG es el de proveer insumos para la gestión universitaria y su autoevaluación permanente, principalmente a partir de los requerimientos de acreditación de las carreras incluidas en el Art. 43 de la Ley de Educación Superior 24.521/1995. Impulsado por los desafíos impuestos en contexto de la pandemia Covid-19, el equipo del Laboratorio MIG se propone en 2020 llevar adelante un nuevo esquema unificado de recolección de datos que, por un lado, potencie la digitalización de los procesos e instancias administrativas de captación de información y, por otro, recupere y utilice la experiencia y conocimiento en materia de seguimiento a estudiantes y graduadas/os para el análisis social. Este esquema unificado es, por ende, una forma de potenciar y brindar continuidad y regularidad al relevamiento e investigación cuantitativa que, sobre la población de estudiantes y graduados/as, viene desarrollando el Laboratorio MIG desde hace más de diez años.

En este contexto se decide incorporar el momento del egreso como instancia de relevamiento y recabar datos sociodemográficos, familiares, educativos y, principalmente, laborales con el propósito de analizar el perfil de egresadas/os y su correspondiente situación laboral². Para ello, todas las personas que finalizan alguna de las carreras de ingeniería que se dictan en la Facultad -Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Química- completan un cuestionario en el marco del trámite administrativo de solicitud del título. En lo que sigue de este artículo se presentan los resultados de la primera cohorte de egresadas/os relevados, correspondiente a una parte del año 2021 y a la totalidad del año 2022. De esta manera, teniendo en cuenta que el proceso de recolección de datos es continuo y obligatorio, se espera disponer de una base de información que en un tiempo breve sirva de insumo para confeccionar series históricas y analizar tendencias.

Los años de trabajo desarrollados por el equipo de investigación en este tipo de relevamiento y análisis permite incluir en este artículo comparaciones con cohortes anteriores de graduadas/os relevadas por el Laboratorio MIG. En este sentido, si bien se trata de un estudio descriptivo, es posible incorporar algunas reflexiones argumentativas sobre el perfil de los/as egresados/as de la institución y sus cambios a lo largo del tiempo. Este tipo de análisis es de vital importancia para continuar con la profundización del conocimiento sobre la formación en ingeniería, los procesos de inserción laboral, problemas y obstáculos para el desarrollo profesional, motivos de cambios de especialidad, grados de satisfacción de las trayectorias, continuidad de la formación de posgrado, incorporación de nuevas tecnologías, equipos y formas de organización del trabajo, modalidades y condiciones laborales, a la luz de las transformaciones socioeconómicas y productivas propias del país y la región.

1 El Laboratorio MIG UTN-Avellaneda tiene dos campos de relevamiento primordiales: la población de estudiantes y la de graduados/as. Dichos relevamientos consisten en un sistema de medición longitudinal, cuantitativo y cualitativo, cuyo objetivo central es el seguimiento permanente de los procesos definitorios del desempeño profesional.

2 Cabe resaltar que se trata de la introducción de una innovación respecto de los trabajos que tradicionalmente realiza el Laboratorio de MIG, ya que hasta ese momento los estudios estaban dirigidos a la población de graduados/as y no de egresados/as.

El relevamiento de la población de egresados/as como parte del nuevo esquema de investigación

El nuevo esquema de relevamiento e investigación (figura 1) incluye la población de aspirantes/ingresantes -con una instancia de actualización-, la de egresados/as y la de graduados/as (una vez que superan los tres años de titulación). En este marco, la “Encuesta permanente y obligatoria a egresados y egresadas de ingeniería” tiene como finalidad actualizar la información disponible de las personas en el sistema académico y generar un conjunto adicional de variables que permitan conocer con un nivel mayor de detalle la situación laboral y profesional de aquellos/as que se encuentran en situación de egreso. Este instrumento comienza a aplicarse a partir de enero de 2022 en articulación con el Departamento de Alumnos y el Departamento de Títulos de la Facultad. El llenado del cuestionario es en línea y de carácter obligatorio, ya que forma parte de los requisitos para la tramitación del título de grado.

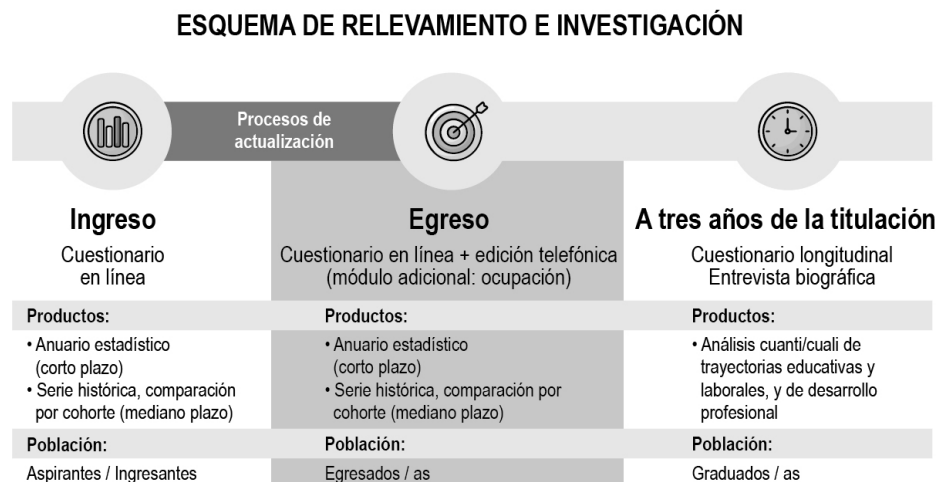


Figura 1. Esquema de relevamiento e investigación.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

Uno de los objetivos primordiales del relevamiento es conocer el nivel de vinculación entre el ejercicio laboral y la carrera de la cual egresan. Para ello se busca clasificar la ocupación principal al momento del egreso, tomando como indicadores el nombre de la ocupación, las tareas que realizan en ella, la utilización de equipamiento y la rama de actividad de la organización en la cual se desempeñan. Por último, se indaga acerca de los casos que manifiestan intenciones de cambio de empleo y los motivos de dicha búsqueda (mejorar las condiciones laborales, ampliar o reducir la carga horaria, sumar ingresos, ocupar puestos de dirección/jefatura, realizar tareas con mayor relación con la formación, entre otros).

Así, en esta nueva instancia se obtiene información del que, en principio, sería la última etapa de contacto obligatorio con la Facultad. También permite disponer de datos de contacto actualizados sobre los egresados y egresadas que facilitan el trabajo de rastreo para la realización de las entrevistas biográficas que desarrolla el Laboratorio MIG en una instancia de relevamiento posterior, esto es, a tres años después de la graduación/titulación.

Es importante destacar que en esta instancia se lleva a cabo el trabajo de revisión y edición de respuestas y un contacto telefónico con el/la egresado/a para revalidar y completar la información volcada en el cuestionario en línea. El llamado telefónico, que se vuelve vital para una adecuada identificación de las características de la ocupación principal, es posible de realizar en función de que el grupo de egresados/as es relativamente acotado en comparación con otras poblaciones.

La fecha de inicio de recolección de datos permite disponer en abril de 2023 de casos de egresados/as correspondiente a las cohortes 2021 y 2022. Cada cohorte de egresados/as se mide de acuerdo con el “año académico” universitario que inicia el primero de abril del año en curso y finaliza el 31 de marzo del año siguiente³. Se recolecta información de 83 egresados/as, que representan el 19% de la población cohorte 2021 y el 99%⁴ de los/as 2022. De este modo es posible acceder a datos sociodemográficos, educativos y laborales de egresados/as recientes.

Características de los/as egresados/as recientes

En su mayoría son varones (75%), promedian los 29 años, presentan un ingreso directo de la secundaria a la universidad (72%) y provienen del nivel medio técnico (63%). La proporción indicada de egresados/as provenientes de escuelas técnicas revela un dato interesante, principalmente si se compara con un estudio previo sobre ingresantes de las cohortes 2012-2016, cuyo porcentaje para dicho grupo representa el 55% para escuelas técnicas y el resto para las no técnicas (Somma, Wejchenberg, Simone e Iavorski, 2021). Esta diferencia mayor de diez puntos -de los/as egresados/as frente a los/s ingresantes- podría estar indicando que quienes presentan un proyecto vocacional-profesional presente desde el trayecto secundario tendrán mayor propensión a la continuidad en las carreras de ingeniería. Otra cuestión interesante para remarcar es el hecho del paso directo desde la secundaria a la universidad, que se observa en mayor proporción en el caso de las mujeres (81%) respecto de los varones (69%). Si bien el 62% de las mujeres provienen de escuelas no técnicas, las decisiones sobre el trayecto superior aparecen con menores niveles de cambios, incertidumbre y pruebas respecto de la población de varones.

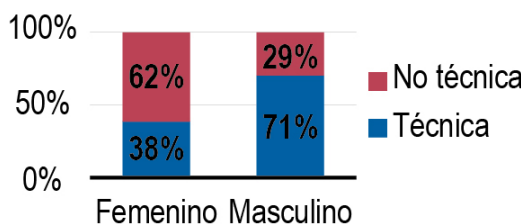


Gráfico 1. Distribución de egresados/as por tipo de titulación media y género, n=83.
Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

La carrera de ingeniería con mayor cantidad de egresados/as es Industrial (35%), seguida por las especialidades de Civil (25%), Mecánica (13%), Eléctrica (10%), Electrónica (9%) y Química (8%). Si bien estos porcentajes muestran cierta correspondencia con los estudios anteriores que

³ Definición de la SPU/Ministerio de Educación de la Nación. Manual de definiciones conceptuales y operativas (2016).

⁴ Dado que la encuesta es permanente y obligatoria para quienes realicen el trámite de título, el caso faltante se trata de un egresado/a que si bien ha rendido y aprobado todas las materias del plan de estudios hasta el momento de publicación de este artículo no ha iniciado la gestión de su título.

viene realizando el Laboratorio MIG, llama la atención el comportamiento de la especialidad de Electrónica que, entre la población de graduados/as 2006-2010, representaba el 21%, mostrando una reducción del orden de doce puntos porcentuales entre los/as egresados/as 2021-2022. Habiendo transcurrido más de una década entre ambos estudios, esperamos contar con información de nuevas cohortes para analizar esta disminución.

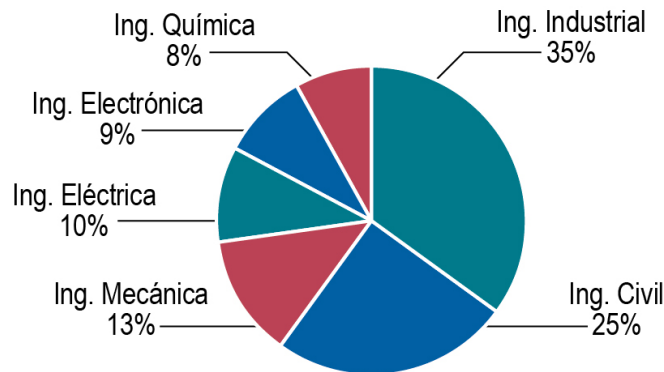


Gráfico 2. Distribución de egresados/as por carrera, n=83.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

Otro dato que marca un cambio respecto de estudios anteriores es el mayor porcentaje de mujeres que egresan (25%), ya que para las cohortes de graduados/as del periodo 2006 al 2010 esta proporción no supera el 8% (Simone, Wejchenberg, Iavorski y Somma, 2020). Esta comparación que muestra un porcentaje mayor de mujeres egresadas se torna significativa a propósito de tratarse de carreras altamente masculinizadas como son las ingenierías. La continuidad de este tipo de relevamiento permanente sobre la población que egresa va a permitir disponer de series históricas y analizar tendencias respecto de niveles de paridad de género en el acceso y permanencia en las carreras científico-tecnológicas.

Las carreras de ingeniería son poco elegidas por las mujeres, a pesar de que la educación universitaria en nuestro país se encuentra feminizada. La preponderancia femenina en las aulas universitarias se observa, particularmente en áreas asociadas culturalmente a “lo femenino” -tareas de cuidado, atención y transmisión de valores-; de allí que sean mayoría en las ciencias de la salud, educación, humanidades y sociales. La ingeniería, en cambio, se asocia con valores, normas y cualidades que se relacionan culturalmente a los varones, como la razón, la fuerza física, la técnica y el ejercicio del poder. En este sentido se comprende que el campo del conocimiento ingenieril se visualice como acorde y receptivo para aquellos individuos de género masculino según el modelo hegemónico y presente reticencias a la incorporación de las mujeres (Iavorski, 2011).

Si se analiza la distribución por género de los/as egresados/as por especialidad encontramos que las mujeres se concentran en sólo tres de las seis especialidades que se dictan en la UTN Avellaneda. El 43% finalizan la carrera de Ingeniería Industrial, el 33% Ingeniería Civil y el 24% Ingeniería Química. Esta distribución tiene relación con la correspondiente a las cohortes de graduados/as 2006-2010, ya que no se registran graduadas de las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica. Las mujeres graduadas de dichas cohortes corresponden a las especialidades de Industrial (48%), Química (35%), Civil (12%) y minoritariamente en Mecánica (5%). Cabe

aclarar que; en el estudio de ingresantes de las cohortes 2012-2016 ya mencionado, se registraron algunos pocos casos de mujeres ingresantes en las carreras en las cuales no se presentan egresadas recientes -Eléctrica, Mecánica y Electrónica-; en proporciones mínimas que no superan el 10% en cada carrera- (Somma, Wejchenberg, Simone e Iavorski, 2021).

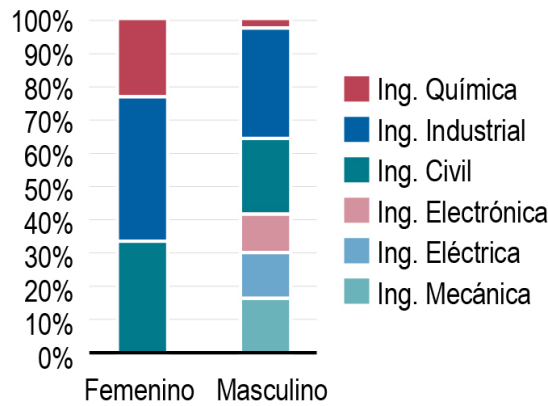


Gráfico 3. Distribución de egresados/as por carrera y género, n=83.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

En cuanto a la edad de egreso se observa que el 85% de la población tiene 32 años o menos. La media y mediana es de 29 años. En el cruce por género se destaca que el intervalo de 38 años o más edad se componen en su totalidad por varones, y que en el de 33 a 37 años sólo hay una mujer. Es decir, en los grupos de mayor edad sólo hay varones.

Las egresadas hacen la carrera en la duración promedio -diez años entre ingreso y egreso- e ingresan en forma directa del nivel secundario. Otro dato interesante es que el 12% de la población egresa con una duración de carrera de 6 años que corresponde a la duración teórica⁵, mientras que en el otro polo un 10% lo hace en 15 años o más.

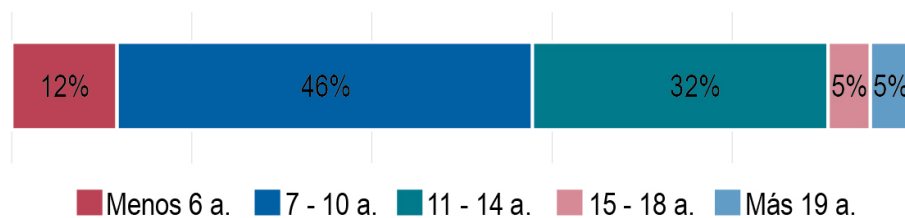


Gráfico 4. Distribución de egresados/as por duración trayectoria ingreso-egreso en UTN-FRA, n=83.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

El 92% de los/as egresados/as tienen como lugar de nacimiento el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). Al momento del egreso, el 98% de la población reside en el AMBA, donde el 10% corresponde a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el 88% a partidos del Gran Buenos Aires (GBA). Del total de egresados/as que vive en GBA, más de la tercera parte reside en el Partido de Quilmes (33%), seguido por los partidos de Avellaneda (13%), Berazategui (11%), Florencio Varela (8%), Lomas de Zamora (8%) y Lanús (7%).

⁵ Las carreras de ingeniería que se dictan en la UTN Avellaneda tienen una duración teórica de entre cinco y seis años, según el plan de estudio de cada especialidad.

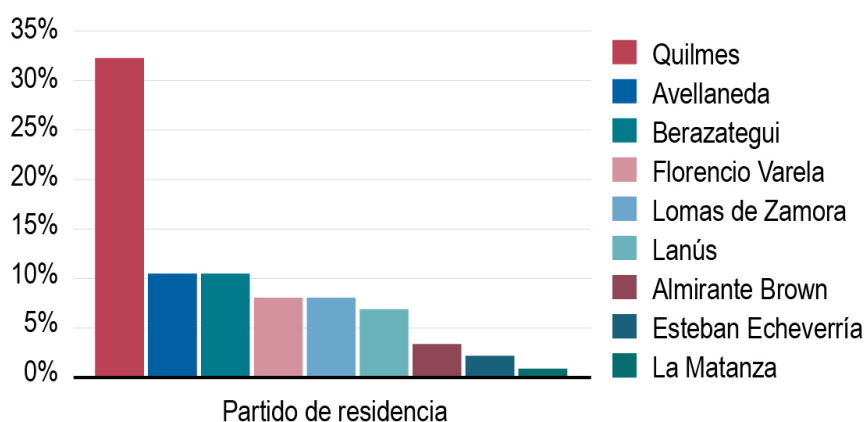


Gráfico 5. Distribución de egresados/as por partido GBA de residencia, n=73.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

Cabe destacar, también, que el 78% está soltero/a y que el 87% hasta el momento no tuvo hijos/as. Las parejas de quienes se encuentran en situación matrimonial o de convivencia, en su mayoría, trabajan en relación de dependencia, con contratos estables y alcanzan niveles educativos altos, es decir, nivel superior -completo o incompleto-.

Familia de origen

Respecto de la familia de origen de los egresados/as, la variable nivel educativo de ambos/as progenitores/as indica el tipo de acompañamiento que puede llevarse adelante desde el hogar a los/as estudiantes universitarios/as. Estudios sobre la temática muestran que el hecho de que algún/a miembro de la familia haya transitado por alguna experiencia en el nivel superior permite dimensionar y comprender la situación, contribuyendo a la toma de decisiones, indicando el tipo de comportamiento e, incluso, asistiendo en ciertos casos (García de Fanelli, 2005; Porto y Di Gresia, 2004). En otros, son miembros del grupo familiar ampliado, como hermanos/as, primos/as, tíos/as, quienes cumplen con dicho rol. En este marco, la UTN Avellaneda implementa el sistema de tutorías, que tiene como objetivo realizar este acompañamiento. Sus referentes son graduados/as de la misma especialidad, quienes orientan a los/as estudiantes de los primeros años partir de sus propias vivencias.

La distribución de esta variable muestra que el 45% de los/as egresado/as proviene de hogares donde al menos un/a progenitor/a alcanza el nivel universitario o terciario, o ambos dos el secundario completo. El 20% corresponde a hogares donde madre y padre alcanzan el nivel primario o menos; y el 18% tienen la madre o el padre con nivel secundario completo. El porcentaje menor se lo lleva la categoría ambos/as universitario/terciario completo, con un 17%.

Nivel educativo de ambos progenitores	Egresados/as 2021-2022
Ambos universitarios/terciarios	17%
Al menos uno universitario/terciario o ambos secundario completo	45%
Al menos uno con secundario completo	18%
Primario ambos o menos	20%
Total	100,0 %

Tabla 1. Distribución de egresados/as por nivel educativo de ambos progenitores, n=83.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

El relevamiento arroja que el 30% de los padres y las madres tiene como lugar de nacimiento una provincia de nuestro país, diferente a la de Buenos Aires o la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Este dato indica que forman parte de procesos de migración interna que tienen como lugar de destino el AMBA. Según estudios sociodemográficos, las personas originarias de otras provincias representaban el 28,3% de la población censada en la provincia de Buenos Aires en el 2001; siendo el Conurbano Bonaerense un espacio privilegiado en la recepción de los flujos migratorios internos (Dirección Provincial de Estadística, s/f).

Al momento del relevamiento, la gran mayoría de los padres de nuestros/as egresados/as trabajan (78%), sólo el 3% está desocupado y el resto son jubilados o pensionados (19%). Entre quienes trabajan, el 46% lo hace en forma independiente, mientras que otro importante grupo (43%) lo hace en relación de dependencia, bajo una condición formal y estable. El 11% restante se compone de dueños de sus propios establecimientos. Por su parte, las madres tienen niveles más altos de inactividad, alcanzando 39% aquéllas que se dedican a las tareas del hogar y cuidado, y jubiladas/pensionadas. Un 61% son activas, de las cuales el 57% trabaja y el 4% está desocupada. Entre aquellas que trabajan encontramos que el 60% lo hacen en relación de dependencia, pero con mayores niveles de precariedad respecto de los padres. El 38% son cuentapropistas o trabajadoras independientes y un 2% son trabajadoras familiares sin remuneración fija. En el caso de las madres no se registran dueñas de establecimientos.

La situación laboral al momento del egreso

La población de egresados y egresadas está actualmente activa en el mercado trabajo (sólo en dos casos presentan inactividad debido a la espera y organización de viajes y/o proyectos personales en el exterior). La mayoría presenta un solo empleo (88%) y el resto tiene dos trabajos en el que combinan el empleo en el sector privado en relación de dependencia con emprendimientos propios o actividades de docencia. La carga horaria semanal es elevada, ya que un 21% declara trabajar más de 45 horas semanales y el 74% entre 35 y 45 horas. Cabe destacar que un grupo pequeño manifiesta buscar otro trabajo para reducir la carga horaria.

Se torna interesante remarcar que una proporción importante (36%) manifiesta buscar otro trabajo. Este dato significa que, a pesar de haber logrado una inserción estable, la ocupación no cumple -según el motivo de búsqueda relevado- con las expectativas respecto de ingreso alcanzado o en relación con los desafíos profesionales y/o de jerarquía acordes a la finalización de la carrera de ingeniería. Como se observa en el siguiente gráfico, la mayoría (41%) de los/as egresados/as que busca otro trabajo lo hace con el fin de mejorar sus ingresos, alrededor del 28% manifiesta que busca para realizar tareas relacionadas con su especialidad y formación y, en tercer lugar, el 14% busca con el fin de ocupar puestos de mayor jerarquía en la organización, como lo son aquellos de dirección/jefatura, que implican mayores niveles de responsabilidad, gestión y coordinación de las áreas. Estos resultados muestran que más de la tercera parte de la población está encontrando "techos" en sus trabajos actuales, tanto en cuanto a sus aspiraciones de ingreso, contenido del trabajo y jerarquía. El momento del egreso y la tramitación del título es una etapa de búsqueda y cambios laborales para lograr alcanzar aquellas ocupaciones y puestos que se correspondan con el nivel profesional acorde a las trayectorias laborales y la titulación obtenida.

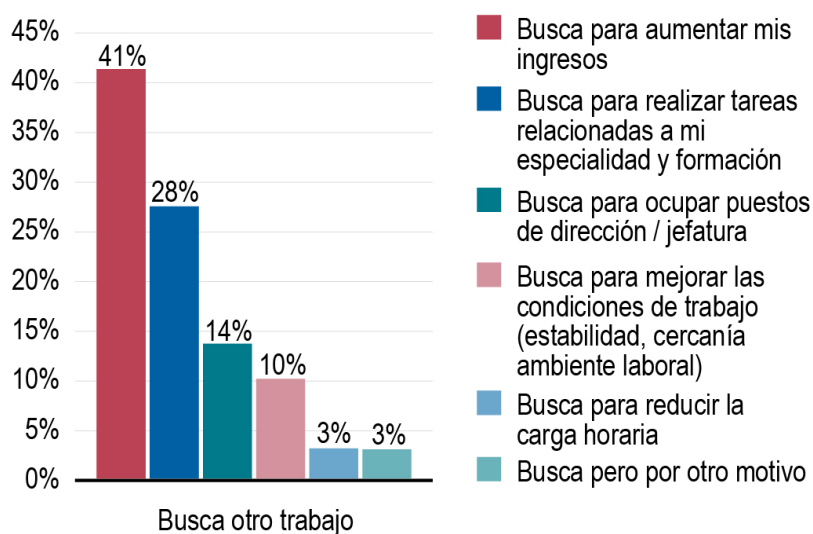


Gráfico 6. Motivo de búsqueda de otro trabajo en egresados/as activos/as, n=29.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

Sobre la ocupación indicada como principal por los/as egresados/as se desprende que el 95% lo hace bajo relación de dependencia, con aportes jubilatorios y con contrataciones estables. Un dato interesante es que tres de cada diez trabajan bajo modalidad mixta, es decir, algunos días en forma presencial y otros días en forma remota o a distancia. Sólo una minoría lo hace solamente a distancia. Estos datos revelan algunos de los efectos de la pandemia Covid-19 y las medidas de aislamiento y protección de los años 2020 y 2021⁶ que han obligado a una reconfiguración de los entornos y las condiciones laborales y profesionales y en la mayoría de los casos al traspaso hacia el teletrabajo. A partir de la pandemia y las medidas de prevención se instauró en algunos espacios el teletrabajo como modalidad habitual -pero no voluntaria- o la modalidad mixta que combina trabajo presencial y trabajo remoto. Los/as trabajadores/as y profesionales se vieron obligados/as a migrar hacia la virtualidad como modo habitual de trabajo, en tal sentido, sus actividades profesionales y vidas cotidianas, personales y familiares han sufrido trastocamientos significativos. Estos cambios no sólo han condicionado las modalidades de trabajo durante los meses de pandemia, sino que han reconfigurado en forma permanente la forma en que se trabaja en muchos lugares y ámbitos laborales en la actualidad como se muestra en el siguiente gráfico.

⁶ En virtud de la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la propagación de covid-19 en nuestro país, el Poder Ejecutivo, mediante Decreto 260/2020, dispuso ampliar la emergencia pública en materia sanitaria establecida por la Ley 27.541. Esta medida fue sucesivamente prorrogada hasta el 31 de diciembre de 2022. Mediante el Decreto 297/2020 se estableció la medida de "Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio" (ASPO) desde el 20 hasta el 31 de marzo de 2020 y, finalmente, hasta el 31 de enero de 2021. Luego, según las condiciones sanitarias de cada región del país, se pasa a medidas de "Distanciamiento Social, Preventivo y Obligatorio" (DISPO). Durante esta etapa es obligatorio mantener la distancia física de dos metros con otras personas, el uso del barbijo, el lavado de manos y la ventilación de ambientes. Siguen prohibidas las aglomeraciones, pero se habilitan las reuniones sociales.

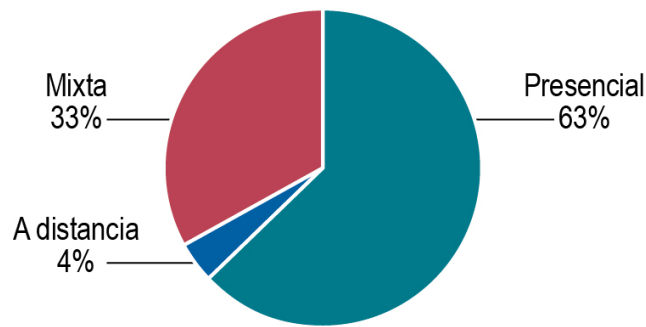


Gráfico 7. Distribución de egresados/as activos/as por modalidad de trabajo, n=81.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

Para conocer en profundidad estos cambios laborales post pandemia Covid-19 en la población de ingenieros e ingenieras recientes se espera continuar con la investigación y el seguimiento en los próximos años para, a través de las entrevistas biográficas, registrar, indicar y analizar estas transformaciones sobre la actividad profesional de la ingeniería en el país.

En cuanto a los establecimientos donde realizan la actividad laboral principal se registra que, seis de cada diez, lo hace en grandes establecimientos de más de 200 personas. En esta población se observa la preponderancia de ramas industriales con niveles importantes de concentración y grandes empresas de servicios públicos (transporte, agua, etc.). La información sobre el sector de actividad del establecimiento donde se desempeñan los/as egresados/as recientes (2021-2022) se muestra en la primera columna de la siguiente tabla.

Sector de actividad del establecimiento	Egresados/as 2021-2022	Graduados/as 2006-2010
Industria manufacturera	27,2 %	44,6%
Construcción	22,2 %	11,2%
Servicios profesionales, científicos y técnicos (incluye ingeniería, investigación y desarrollo)	13,6 %	14,0%
Servicio de transporte y almacenamiento (incluye correo, servicios de mensajería)	11,1 %	3,1%
Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	9,9 %	4,7%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos y motocicletas	3,7 %	3,1%
Información y comunicaciones (incluye telecomunicaciones, servicios de informática, edición gráfica y de sonido)	3,7 %	4,7%
Suministro de electricidad, gas, vapor y agua; cloacas; gestión de residuos, recuperación de materiales y saneamiento público	3,7 %	5,8%
Enseñanza	2,5 %	2,3%
Servicios de apoyo a empresas (alquiler y arrendamiento de vehíc. y máq., seg., limp. y mant., call-center, agencias de pers. y viajes)	1,2 %	3,1%
Servicios financieros e inmobiliarios	1,2 %	1,9%
Actividades primarias	0,0 %	1,6%
Total	100,0 %	100,0 %

Tabla 2. Sector de actividad del establecimiento de la ocupación principal actual.

Fuente. Laboratorio MIG UTN-Avellaneda, 2023.

El sector industrial es el que concentra la mayor cantidad de egresados/as 2021-2022 (27,2%), seguido del sector de la construcción (22,2%). Sin embargo, al comparar estos datos con la población de graduados/as 2006-2010 (segunda columna de la tabla 2) se observa una disminución de la proporción de inserciones en la industria, ya que para dicha población ascendía al 44,6% mientras que la construcción sólo concentraba el 11,2%. En este sentido, la industria manufacturera pierde dinamismo como demandante de estos profesionales en manos de las empresas del sector de la construcción, de organismos de la administración pública y empresas de servicios públicos. También se puede explicar por el hecho de que las pequeñas y medianas empresas del sector industrial han sido empleadoras de profesionales de la ingeniería en aquellos momentos en los cuales no estaban en marcha grandes proyectos de ingeniería y obras en el país. En la actualidad estos proyectos, obras de infraestructura y empresas de servicios públicos y energía están demandando profesionales y han brindado posibilidades para su contratación y crecimiento. Próximos relevamientos podrán brindar mayores datos y evaluar si estos cambios forman parte de una tendencia que se sostiene en el tiempo.

Si analizamos la ocupación⁷ y la jerarquía se desprende que la mayoría (80%) no tiene personal a cargo, ni ocupa puestos de dirección. Los y las egresados/as tienen calificación profesional de analistas, asesores e ingenieros/as juniors (proyecto, diseño, consultor). La calificación profesional incluye conocimientos teóricos de orden general y específicos adquiridos en capacitación formal específica, en cambio la calificación técnica se refiere a conocimientos y habilidades de orden específico. Para esta población, sólo algunos casos corresponden a puestos de calificación técnica. El restante 20% que sí tiene personal a cargo, realiza tareas de supervisión y coordinación. Dentro de este grupo, algunos coordinan el trabajo de pequeños grupos: supervisor de obra, gestión de proyectos, células de trabajo (8 a 15 personas, aprox.), mientras que otro grupo minoritario posee puestos de jefaturas de planta/turno en establecimiento de más de 50 personas a cargo. Este tipo de ocupaciones de jefatura tienen personal a cargo y supervisan directamente la producción de bienes y/o servicios.

Otro punto de indagación es el que se refiere a las herramientas, instrumentos, equipos y/o sistemas que utilizan para desarrollar su trabajo diario. La totalidad de los/as egresados/as manifiesta utilizar computadora y herramientas/programas informáticos (se registra un solo caso que no hace uso de ellas).

Una cuarta parte, también indica que utiliza -además de los sistemas informáticos- instrumentos de medición, ensayo y pruebas de fallas. Los instrumentos y equipos mencionados son los siguientes: scanners de diagnóstico, multímetro, micrómetro, dinamómetro, cronómetro, tablero de control, medidores láser, osciloscopio, viscosímetro, telurímetro, controladores de partículas, registradores sociográficos, inyectores de corriente y tensión, conductímetro, además de instrumental topográfico. También son utilizados equipos de redes como routers y dispositivos switch y algunas máquinas como cortadoras y de Flow Pack.

Por su parte, los programas de software más utilizados son los siguientes: Paquete Office (windows), AutoCad, SolidWorks, programas de gestión (SAP, calipso) y programas de gestión de proyectos (Project). En segundo orden los softwares de seguimiento administrativo, softwares de diseño y cálculo específicos (visualización y maquetas (Navis work), diseño 3D (NX, CATIA), ETAP (sistemas de energía), Cypacad, Ulis, Ansys, Caesar), softwares de análisis (ANSI), sistemas de

⁷ Por ocupación se entiende el conjunto de tareas concretas que desarrolla una persona en su trabajo.

gestión de calidad, productividad y trazabilidad, programas de verificación (InstruCalc), programas para licitaciones (ARIBA), programas de gestión y administración de plataformas Cloud (Aws, Azure, GCP), gestión de mantenimiento (MPX). Actualmente, el trabajo en la profesión está mediado por sistemas informáticos de gestión de la información, diseño, proyección, cálculos y modelización, como también específicos para cada especialidad de la ingeniería y sus orientaciones.

Esta información se torna importante ya que, por ejemplo, en los relatos de las y los graduados de la carrera de Ingeniería Eléctrica -cohortes 2009 y 2010- se menciona la necesidad de incluir en la carrera el manejo de las herramientas informáticas, programas y hasta conocimientos de programación, y que esta situación en el campo profesional ha motivado la creación de laboratorios específicos en los últimos años de parte del departamento de carrera de la Facultad.

En la actualidad, el manejo de estos programas es fundamental para la realización de la labor diaria y requiere y genera cambios en los modos de plantear, indagar, planificar, modelar y proyectar los desafíos de la profesión ingenieril. En este sentido, los departamentos de las carreras de la Facultad han incorporado, en los últimos años, materias optativas, talleres y capacitaciones orientadas a brindar conocimientos sobre el uso y alcance de algunos de estos sistemas, pensados como nuevos entornos de trabajo y soportes a la conceptualización de los problemas de la ingeniería en la actualidad.

Conclusiones

Producto de la implementación del esquema de relevamiento y análisis del seguimiento de los/as egresados/as de la Facultad se logran identificar un conjunto de rasgos que permiten caracterizar el perfil de las cohortes que finalizaron la carrera en los años 2021-2022. En su mayoría son personas solteras, sin hijos y oriundas de la zona de influencia de la Facultad, con predominio del partido de Quilmes. Si bien se mantiene el rasgo de tratarse de carreras masculinizadas, la proporción de mujeres egresadas en las carreras de Ingeniería se ha elevado respecto de la década pasada. El 25% de la población de egresados/as recientes son mujeres y este porcentaje es mayor respecto de estudios previos, cuyo valor no superaba el 8%. Sin embargo, no se registran, para estas cohortes, egresadas en las especialidades de Eléctrica, Electrónica y Mecánica.

Para el caso de los varones, la formación media técnica continúa siendo un factor que favorece la continuidad y la terminalidad de los estudios. El 63% de egresados varones posee titulación secundaria técnica. Este dato da cuenta de un proyecto vocacional-profesional presente desde la secundaria que incentiva la continuidad de la formación tecnológica. En el caso de las mujeres, el ingreso directo del nivel medio a la universidad muestra decisiones claras sobre el proyecto profesional, ya que el 81% de ellas han tenido ingreso directo. Esta situación da cuenta de menores niveles de cambios, incertidumbres y periodos de prueba en la elección de la formación respecto de los varones.

Seis de cada diez egresados/as proviene de hogares con niveles educativos altos y medios -estudios universitarios y/o secundarios completos para ambos progenitores-; mientras que, cuatro de cada diez, proviene de hogares con niveles educativos bajos - en los cuales sólo uno completa el nivel secundario-. Estos datos no hacen más que señalar la preponderancia de la reproducción de las condiciones sociales y culturales; no obstante, al mismo tiempo muestran la capacidad del sistema social y educativo para lograr procesos de movilidad social intergeneracional.

Estos/as egresados/as de ingeniería presentan una inserción estable en el mercado laboral. Trabajan bajo relación de dependencia, con aportes jubilatorios y cumplen jornada completa. Dos de cada tres lo hacen en grandes establecimientos. La mitad de los casos desarrolla sus actividades laborales en establecimientos de los sectores de la Industria Manufacturera y la Construcción; y, en menor medida, en Servicios Profesionales, Transporte y Administración pública. Uno de cada tres combina modalidad presencial y a distancia. A pesar de estar insertos en sectores formales de la economía, uno de cada tres, busca otro trabajo. Los principales motivos de estas búsquedas se relacionan con el aumento de los ingresos o con puestos donde puedan realizar tareas relativas a la formación y/o ocupar puestos de mayor jerarquía.

Sobre la ocupación principal en la que se desempeñan, los datos arrojan que la mayoría de los/as egresados/as no tiene personal a cargo ni ocupa puestos de dirección; tienen calificación profesional de analistas, asesores, ingenieros/as junior (proyecto, diseño, consultor). Un grupo minoritario que tiene personal a cargo realiza tareas de supervisión y coordinación, tanto de pequeños grupos, como de jefaturas de planta. Los/as egresados/as encuestados/as mencionan que utilizan la computadora y varios sistemas informáticos para realizar su trabajo diario. Una cuarta parte manifiesta utilizar, además, instrumentos y sistemas de medición y ensayo. Esta mediación de las herramientas informáticas en las tareas diarias requiere y genera cambios en los modos de plantear, indagar, planificar, modelar y proyectar los desafíos que se plantean a la profesión ingenieril en el contexto de los cambios sociales y económicos del presente siglo.

Este trabajo, si bien analiza los primeros resultados sobre las características principales de las y los egresados recientes de la UTN Avellaneda, se inscribe en un relevamiento continuo de la población egresada de la Facultad. Esto posibilita, además de la comparación con estudios anteriores sobre algunas cohortes de ingresantes y graduados/as, generar una base significativa con nuevos datos año tras año como insumo fundamental para la elaboración de series históricas. Con estos aportes se espera brindar datos fehacientes, comparativos y actualizados tanto a las autoridades y la gestión académica, como también al cuerpo docente y departamentos de la Facultad, para la autoevaluación permanente y la mejora institucional.

Agradecimientos

Agradecemos a los/as egresados/as recientes de la Facultad, quienes colaboraron completando el cuestionario y accediendo con posterioridad a una conversación telefónica con el equipo de investigación del Laboratorio MIG. Este trabajo no hubiera sido posible sin sus aportes.

Valoramos la colaboración de Karina Hernández y Adrián Hernández, responsables de los departamentos de Títulos y Alumnos respectivamente. Finalmente, agradecemos a las autoridades de la UTN Avellaneda que desde hace más de una década acompañan y apoyan los trabajos de investigación que realiza el equipo del Laboratorio MIG.

Referencias bibliográficas

Dirección Provincial de Estadística (s/f). Migraciones internas en la provincia de buenos aires. Disponible en: http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/Estadistica/Censo/Nota%205_Las%20migraciones%20internas%20en%20la%20Provincia%20de%20Buenos%20Aires.pdf .

García de Fanelli, A. (2005). Acceso, abandono y graduación en la educación superior argentina. Buenos Aires: SITEAL (UNESCO-IIPE-OEI), pp. 1-17.

lavorski, I. (2011). "La cuestión de género en las carreras tecnológicas. La trayectoria académica y laboral de las graduadas de la UTN FRGP y la UNRC, Facultad de Ingeniería". En: Panaia, M. (coord.) Trayectorias de graduados y estudiantes de ingeniería. Buenos Aires: Biblos, pp. 235-257.

Porto, A. y Di Gresia, L. (2004). "Rendimiento de estudiantes universitarios y sus determinantes", Revista de Economía Estadística, Cuarta Época, 42(1), pp. 93-113. Disponible en: <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3800>.

Simone, V., Wejchenberg, D., lavorski, I. y Somma, L. (2020). La construcción de una población de referencia. El seguimiento de graduados/as de las cohortes 2006 a 2010. Documento de Trabajo N° 11. Avellaneda: Laboratorio MIG UTN-FRA. Disponible en: https://www.fra.utn.edu.ar/images/temporales/doc_trab-11.pdf.

Somma, L., Wejchenberg, D., Simone, V., lavorski, I. (2021). Primer año en la universidad. Características socioeducativas y seguimiento de Ingresantes 2012-2016 de la UTN-FRA. Documento de Trabajo N° 13. Avellaneda: Laboratorio MIG UTN-FRA. Disponible en: https://www.fra.utn.edu.ar/images/temporales/documento_trabajo_web_13.pdf.

ESTUDIO DE PROCESOS FORMATIVOS Y FACTORES PEDAGÓGICOS EN UTN. EL CASO DE INGENIERÍA Y SOCIEDAD (2016-2023)

Karina Cecilia Ferrando*¹, Rafael Omar Cura², Olga Haydée Páez³, Jorge Eduardo Forno⁴

1, 3, 4 Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Ramón Franco 5050 (1878) Villa Domínico, Provincia de Buenos Aires, República Argentina.

2 Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, 11 de Abril 461 (8000) Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, República Argentina

**Autora a quien la correspondencia debe ser dirigida: Correo electrónico: kferrando@fra.utn.edu.ar*

RESUMEN

La investigación sobre las prácticas docentes para su mejora es una estrategia que brinda numerosos aportes a quienes la desarrollan. Docentes de Ingeniería y Sociedad de las Facultades Regionales de Avellaneda y Bahía Blanca vienen estudiando procesos formativos en los primeros años de carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional. La tarea colaborativa comenzó con el Proyecto de Investigación y Desarrollo “Formación Inicial en Ingenierías y carreras Tecnológicas” (FIIT I) entre 2016 y 2019. Para dar continuidad al mismo en 2020 se diseñó un segundo proyecto, denominado PID FIIT II, donde se acordó estudiar los aspectos pedagógicos que intervienen en los procesos formativos y el desarrollo de competencias genéricas durante el período 2020-2023. Participan del equipo nueve asignaturas de primer y segundo año. Se presentan algunos resultados alcanzados para la asignatura Ingeniería y Sociedad en ambos estudios. El trabajo se organiza en base a relevamientos realizados utilizando encuestas a inicio, mitad y final de cursado, donde los equipos docentes implementan los mismos cuestionarios, agregándose datos a partir de otros registros de observación durante el cursado.

Palabras Clave: Formación en Ingeniería, factores pedagógicos, aprendizaje centrado en el estudiante

ABSTRACT

Research on teaching practices for their improvement is a strategy that provides numerous contributions to those who develop it. Teachers of Engineering and Society from the Regional Faculties of Avellaneda and Bahía Blanca have been studying training processes in the first years of engineering degrees at the National Technological University. The collaborative task began with the Research and Development Project „Initial Training in Engineering and Technological Careers“ (FIIT I) between 2016 and 2019. To continue it in 2020, a second project was designed, called PID FIIT II, where it was agreed to study the pedagogical aspects that intervene in the training processes and the development of generic skills during the period 2020-2023. Nine first and second year subjects participate in the team. Some results achieved for the subject Engineering and Society in both studies are presented. The paper is organized based on surveys carried out using surveys at the beginning, middle and end of the course, where the teaching teams implement the same questionnaires, adding observation records from other sources of the course.

Key-words: Engineering training, pedagogical factors, student-centered learning

INTRODUCCIÓN

Los equipos de docentes investigadores en las Facultades Regionales de Avellaneda (UTN-FRA) y Bahía Blanca (UTN-FRBB) vienen estudiando procesos formativos en los primeros años de carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional. Las actividades se iniciaron con el Proyecto de Investigación y Desarrollo “Formación Inicial en Ingenierías y carreras Tecnológicas” (FIIT I) entre 2016 y 2019, en el cual también participó la Facultad Regional Chubut. Para dar continuidad al mismo en 2020 se diseñó un segundo proyecto, denominado PID FIIT II, en el que a la UTN-FRA y UTN-FRBB se les sumó la Regional Trenque Lauquen (UTN - FRTL). En este marco, se planteó estudiar los aspectos pedagógicos que intervienen en los procesos formativos y el desarrollo de competencias genéricas durante el período 2020-2023. Participan del equipo nueve asignaturas de primer y segundo año de las carreras de ingeniería dictadas en las regionales integrantes del proyecto. En este artículo se presentan algunos resultados alcanzados para la asignatura Ingeniería y Sociedad en ambos estudios. La investigación se organiza en base a relevamientos realizados utilizando encuestas al inicio, mitad y final de cursado, donde todos los equipos docentes implementan los mismos cuestionarios. La primera etapa se realizó durante la pandemia por Covid-19, y sus resultados fueron presentados en avances anteriores (Cura, et al. 2021, 2022). Aquí se mostrarán los resultados de los años siguientes teniendo en cuenta los factores pedagógicos que posibilitan comprender qué aspectos son los más relevantes en los primeros años y en las instancias de aprendizaje inicial, con la intención de brindar a los equipos docentes de las asignaturas y facultades participantes resultados que permitan incorporar nuevas y mejores estrategias en la labor docente.

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 motivó a equipos docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen de UTN a diseñar un Proyecto Interfacultad de Investigación y Desarrollo (PID). El mismo fue homologado por Disposición SCYT UTN 148/2019 bajo la denominación de PID UTN IFN 7736 “Formación inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas: aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC” (2020-2022). En 2022 se solicitó un año de prórroga para completar el análisis de los períodos transcurridos durante la pandemia y el posterior retorno a la normalidad. Dicha prórroga fue otorgada por Disposición SCYT UTN N° 44/2022. 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 del proyecto son:

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

El PID se organiza en dos ejes de trabajo:

Eje 1: estudio de factores pedagógicos que favorecen o dificultan el aprendizaje;

Eje 2: aprendizaje centrado en el estudiante (ACE) con competencias y TIC.

El primer eje tiene un enfoque de investigación descriptivo y busca establecer tendencias y correlaciones, como plantea Bizquera Alzina (2007), sobre la incidencia de los factores pedagógicos. El segundo eje se centra en el cambio educativo y mejora, y estudia el impacto de las experiencias ACE y el desarrollo de competencias genéricas.

Ambos ejes son complementarios y orientan el tipo de trabajo de campo. Los resultados permiten incorporar nuevas mejoras de las que se estudia su impacto. El PID se realiza en el marco del enfoque de investigación-acción educativa (Latorre, 2000).

La metodología de trabajo es descriptiva de tipo cuali-cuantitativa, para lo cual se diseñaron instrumentos para la recolección de datos (planillas, formularios, encuestas). Se han registrado las percepciones de la población estudiantil al inicio, durante y a la finalización de la cursada, así como se han utilizado formularios de Google y los datos fueron tomados de la plataforma Moodle del campus virtual. 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, agregándole registros de observación de otras fuentes del cursado. Los datos se agrupan en el Formulario 1, y son procesados para apreciar los resultados parciales con los análisis por equipos de asignatura y Regional. De allí surgen las tendencias y algunas correlaciones.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen
PID FHT II "Formación Inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas
Aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC"

Asignatura: _____ Cursado: Anual/Cuatrimstral Comisión: _____ Turno: M – T – N
Profesores: _____ Facultad: FRA – FRBB – FRTL Año 2020/2021/2022

Formulario 1. Factores académicos de aprendizaje (2020-2022)

I. FACTORES ACADÉMICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE (2020-2022)

Factor	Problema y pregunta de investigación
1. Estudiantes de primer año y aprendizajes	<i>¿Cómo influyen las características de los estudiantes en sus aprendizajes?</i>
Iniciación	Datos 2020:
Hábitos de estudio	2020:
Otros aspectos	2020:
2. Competencias, RA (objetivos) y aprendizajes	<i>¿Cómo influyen las competencias/RA en los aprendizajes de los estudiantes?</i>
¿Son adecuadas las competencias/RA planteadas?	Datos 2020:
¿Desarrollan las competencias/RA los estudiantes?	2020:
Otros aspectos	2020:
3. Secuencia de temas	<i>¿Cómo influye la organización de los contenidos en los aprendizajes de los estudiantes?</i>
Los temas, ¿están organizados progresivamente de menor a mayor complejidad? ¿Cómo aprenden los estudiantes en dicha progresión?	Datos 2020:
¿Se interrelacionan los temas?	2020:
¿Interrelacionan los temas los estudiantes?	2020:
Otros aspectos	2020:

Figura 1 – Formulario 1: Factores académicos de aprendizaje (2020-2023)

El Formulario 1 recopila información sintetizada de diversas fuentes a fin de estudiar diversos factores académicos y vinculados con el aprendizaje y ver si guardan regularidad en el período de estudio. La situación académica comprende los datos estadísticos referidos al proceso académico en cada asignatura. Posteriormente se analizan factores y aspectos del cursado de estudiantes y datos surgidos del intercambio entre equipos docentes de diferentes asignaturas. Se toman datos de estudiantes al inicio: inscriptos, ingresantes, recursantes y condicionales surgen de Sysacad,

planillas de asistencia, formularios de Google y, en algunos casos, evaluaciones diagnósticas. Durante el cursado: cursantes son los estudiantes presentes al 1er examen (aprobados + desaprobadados). Los datos de parciales y recuperatorios de los registros de calificaciones. Final del cursado: fuentes propias y Sysacad.

El Eje 2 cuenta con el Formulario 2, en el que se registran las actividades realizadas, las competencias genéricas desarrolladas, los recursos tecnológicos implementados y los resultados parciales. Su análisis permite evidenciar los logros y las dificultades para su mejora en el siguiente curso.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen
PID FIT II

Formulario 2. Competencias, resultados de aprendizaje, actividades centradas en el estudiante y TIC – 2020-2023

Asignatura: _____ Turno: M – T – N Nivel: año Comisión: _____
Profesores: _____ Carrera: _____

Objetivo principal:
Determinar la vinculación entre los resultados de aprendizaje, las metodologías activas, el desarrollo de competencias genéricas del Ingeniero y el empleo de herramientas TIC en el cursado 2020.

1.Resultados de Aprendizaje /u Objetivos de la Asignatura 2020-2023: (RA: operación+contenido+problema+contexto). Ejemplos: Aplicar los modelos desarrollo del siglo XIX y XX en la evolución de sistemas tecnológicos vinculados con la energía. (Ing.y Soc.) Efectuar mediciones de piezas mecánicas utilizando calibres y micrómetros (Lab.Física)

Temas y Resultados de Aprendizaje	Principales actividades centradas en el estudiante	Competencias										Herramientas TIC			Análisis de Resultados		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	E	Plataforma	Herramientas		Recursos	
Unidad I	Actividad 1													Plataforma	Herramientas	Recursos	
RA-Objetivo	Actividad 2																
Interacción, consultas	Actividad																
RA-Objetivo	Actividad																
Unidad II	Actividad 1																
RA-Objetivo	Actividad 2																
Examen parcial	Actividad																

Figura 2. Formulario 2: Competencias, resultados de aprendizaje, actividades centradas en el estudiante y TIC (2020-2023)

El Formulario 2 busca relevar datos cuantitativos y cualitativos, inicialmente sobre la situación de los últimos años (2019 y 2020) y de ese modo y efectuar un análisis sobre fortalezas y dificultades para diseñar e incorporar mejoras inmediatamente. Posteriormente, desde 2021 en adelante, esto permite apreciar la evolución de los resultados luego de implementadas las experiencias de mejoras didácticas propuestas desde los equipos de cátedra. Es una guía para el análisis de la presencia de competencias genéricas y específicas en las actividades formativas diseñadas desde un enfoque basado en competencias y con aprendizaje centrado en el estudiante. Esta información brinda elementos para establecer un estado de situación inicial y poder ir generando mejoras de planificación y diseño de nuevas experiencias formativas.

Si bien, al inicio había un Formulario 3, diseñado para registrar más detalles, el mismo fue finalmente integrado al 2 para simplificar la operatividad del trabajo.

El trabajo colaborativo se está desarrollando 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. Un Equipo de Coordinación articula el trabajo por disciplinas y áreas tanto a nivel de cada regional como interfacultad.

Factores pedagógicos y permanencia.

Autores como Canales y de los Ríos (2007) señalan que los factores que inciden en la permanencia de los y las 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. Nuestro trabajo, se profundizará principalmente sobre los factores académicos porque es lo que está al alcance del grupo de docentes investigadores, aun cuando puedan ampliar su estudio. El equipo PID determinó analizar estos factores y definió ocho por su relevancia: los estudiantes y sus aprendizajes; organización del proyecto formativo; secuencia de temas; actividades de aprendizaje; actividades de evaluación; recursos y materiales didácticos; espacio virtual y aprendizajes; contextos de interacción entre estudiantes y docentes. Estos factores están enmarcados en la virtualización educativa planteada por Maggio (2021).

Aprendizaje centrado en el estudiante (ACE), competencias genéricas y TIC

El ACE implica la organización de los procesos formativos para que el estudiantado sea protagonista y descubridor de sus aprendizajes, desde su propio interés y motivación. Ello exige que la organización curricular y la programación promuevan el desarrollo de experiencias activas que articulan los saberes conceptuales, prácticos y actitudinales en una interacción permanente entre estudiantes y profesores, en relación con problemáticas crecientes de la ingeniería como profesión. 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 la relación estudiante-profesor, y un abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante.

Según Latorre (2000) la Investigación acción en los ámbitos formativos comprende una indagación práctica realizada por el profesorado, de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar la práctica educativa a través de ciclos de acción y reflexión.

Este PID se encuadra en el marco de la formación por competencias y tiene en cuenta las nuevas orientaciones que CONFEDI (2023) viene aportando, para que las experiencias formativas consideren a la competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales.

ASIBEI (2016) estableció las 10 competencias de egreso del ingeniero iberoamericano, en que se inspira este PID. Estas son:

Competencias tecnológicas:

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.

Competencias sociales, políticas y actitudinales:

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.

RESULTADOS

Se presentan los resultados de avance del proyecto interfacultad analizando el modo en que se han ido registrando los factores pedagógicos y las estrategias activas que se están desarrollando en general, en las asignaturas participantes del PID y luego en Ingeniería y Sociedad en estos últimos años.

Factores pedagógicos en primeros años de Ingenierías

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

Hábitos de los estudiantes

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

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

Organización del cursado

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

Secuenciación de los contenidos

Respecto de los temas de aprendizaje, se observa una continuidad en relación con los datos relevados en años anteriores. El 38% señaló que los temas estaban muy bien organizados, el

41% bien organizados y el 21% algo organizados. Sobre la progresión en la complejidad de los temas, el 12% señaló muy adecuado, el 57% adecuado, el 24% poco adecuado y el 7% inadecuado. Respecto de qué temas fueron más fáciles y difíciles de aprender, se aprecia una gran diversidad y en función de ello se pudieron incorporar ajustes y mejoras.

Actividades de aprendizaje

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

Siguiendo con las actividades de aprendizaje y en segundo lugar, se destacan los trabajos prácticos y las actividades aplicadas, con el 58%. Este dato, coincidente con la época de pandemia, y destaca cómo este tipo de tareas resultan instancias apreciadas por el estudiantado.

También se destaca la comunicación e intercambio con el cuerpo docente, especialmente en sus dudas y consultas. Los resultados fueron similares en tiempos de virtualización plena, y aquí alcanzó a ser del 53%. Otra instancia relevante de aprendizaje fue el trabajo en equipo y en casi igual porcentaje el trabajo en forma personal, con porcentajes del 43% y 42% respectivamente, en promedio.

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

En cuanto a las dificultades, la situación más reiterada fue la de clases largas y expositivas, con el 54%, el 44% la complejidad del tema y otros, con el 35% y 36% hacer las actividades en forma grupal o personal, respectivamente. En este sentido, cabe aclarar que, si bien se valora positivamente el trabajo en equipo, se ha manifestado, casi al mismo tiempo, que para resolver este tipo de actividades hubo problemas de disponibilidad horaria para coordinar acciones entre integrantes de los grupos para trabajar de modo conjunto, en ese sentido se habla de dificultades.

Actividades de evaluación

Respecto a la evaluación, hay situaciones diversas. En algunos casos consideraron adecuadas las actividades prácticas y de ejercicios y también los trabajos de resolución de problemas que habían realizado. La mayoría valoró positivamente que los trabajos de evaluación se entreguen en formato virtual. En algunas respuestas se consideraron positivamente las actividades de evaluación en equipo, y en otras las realizadas individualmente, pero con acompañamiento de los equipos docentes. En cuanto a las actividades de autoformación, como por ejemplo las autoevaluaciones, en algunas respuestas fueron destacadas por su utilidad, mientras que en otros casos indicaron que no fue posible realizarlas. Las tareas de coevaluación, en general, tuvieron buenos resultados, y se destacó el valor de trabajar en equipo y evaluar en conjunto a otros equipos.

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

Recursos pedagógicos

Los recursos empleados fueron numerosos y muy variables según cada asignatura en la presencialidad plena, teniendo en cuenta que se incorporaron nuevas experiencias. Se valoraron que los materiales estén todos digitalizados y no tengan que fotocopiar los mismos, continuando con incorporaciones realizadas durante la pandemia. Se consideró positivamente la organización de documentos, videos y páginas Web en las aulas virtuales. Al respecto, valoraron la posibilidad de acceder permanentemente a estos materiales.

Entre las dificultades se reiteró la consideración de lo extenso de algunos materiales de aprendizaje y también de algunas guías de ejercicios y trabajos. Según los contenidos de las asignaturas participantes en el proyecto, las dificultades fueron más técnicas (para aquellas asignaturas que implican uso de software específicos) o de interpretación de materiales o consignas.

Aula virtual y herramientas digitales

El aula virtual fue sumamente valorada en su incorporación como espacio permanente de aprendizaje y trabajo por parte del estudiantado. En algunas respuestas se indicó que las aulas virtuales no se usaban de manera frecuente en la Educación Secundaria. Considerando a todas las asignaturas, se observa que el 41% señaló que el aula virtual es una herramienta muy importante para aprender, el 45% que es relevante y el 14% algo práctico. El 44% señaló que utiliza mucho más Internet que antes, el 39% más y el 35% algo más. El 18% emplea más videos y simulaciones que antes, el 54% bastante más y el 19% algo más que antes. Estos últimos valores están cercanos al tiempo de la pandemia.

Comunicación e interacción entre docentes y estudiantes.

Uno de los factores principales de los aprendizajes se vincula a la comunicación con el cuerpo docente. En general, el 15% ha señalado que la comunicación fue muy buena, el 55% buena, el 28% regular y el 2% mala. Lo que más les ayudó fue que los y las docentes respondan sus consultas, el seguimiento y el interés por acompañarlos en su proceso formativo. Respecto a la comunicación entre estudiantes, el 23% señaló que fue muy buena, el 33% buena, el 38% regular y 6% mala. Los aspectos referidos a comunicación entre docentes y estudiantes han sido resignificados y estudiados por varios autores, luego de la pandemia, para el caso de UTN Cuenca Plestch y otros. Se ha identificado que mejoró este aspecto en tres sentidos, con respecto a docentes y gestión, entre docentes y entre docentes y estudiantes. Se han incorporado nuevas herramientas que no se tenían en cuenta previamente, dando como resultado respuestas más rápidas a consultas que antes se resolvían sólo en instancias del momento de cursada. Los resultados de este Proyecto muestran que, a pesar de que se han abierto instancias nuevas y más rápidas para resolver dudas y consultas del estudiantado, un 30% no se muestra conforme con la dinámica propuesta desde las cátedras para resolver sus inquietudes,

La asignatura Ingeniería y Sociedad en el marco de la adecuación curricular UTN 2023

La formación en Ingeniería y Sociedad exige atender a los desafíos que las profesiones tecnológicas enfrentan en la actualidad. En el marco de las adecuaciones curriculares para carreras de ingeniería, desde CONFEDI sostienen que su nueva propuesta de estándares para la acreditación es más flexible, innovadora y acorde a las demandas de la sociedad y a los cambios paradigmáticos que se han dado en los últimos años.

Son pilares de esta propuesta el enfoque de enseñanza basado en competencias y el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE), cuyas características ya hemos comentado.

Tobón (2013) considera que la formación del siglo XXI exige un sistema socioformativo complejo con acento en la inter y transdisciplinariedad a fin de lograr que los ciudadanos se desempeñen en forma competente frente al mundo cambiante. Afirma el autor que competencia es “un saber hacer razonado para hacer frente a la incertidumbre; manejo de la incertidumbre en un mundo cambiante en lo social, lo político y lo laboral dentro de una sociedad globalizada y en continuo cambio”.

Para Tobón, Pimienta Prieto y García Fraile (2010) las competencias: “son actuaciones integrales para identificar, analizar y resolver problemas del contexto en distintos escenarios, integrando el saber ser (actitudes y valores), el saber conocer (conceptos y teorías) y el saber hacer (habilidades procedimentales y técnicas)”.

Algunos resultados para la asignatura Ingeniería y Sociedad en FRA y FRBB (2016-2019) y (2020-2023)

A lo largo de los tres años y medio los equipos fueron incorporando herramientas y estrategias promoviendo el protagonismo del estudiantado en los aprendizajes y en la evaluación.

En UTN FRA en Ingeniería y Sociedad se desarrollaron estrategias para la presencialidad con el apoyo virtual a partir del empleo de numerosas herramientas colaborativas digitales, el uso del portafolio, la producción de videos y su evaluación.

En UTN FRBB en Ingeniería y Sociedad se adecuaron y diseñaron nuevas tareas de aprendizaje, y en algunas comisiones todas las actividades se realizaron en equipo. Entre las estrategias se encuentra el análisis de la evolución de productos tecnológicos, cotejo de saberes con los investigadores de la facultad, la vinculación de problemáticas sociales con temas de Ingeniería empleando los Objetivos del Desarrollo Sustentable, el análisis de casos de ética profesional, la presentación de emprendimientos profesionales supuestos y trabajo integrador personal. Cabe aclarar que no se presentan resultados de la FRTL porque en esa facultad no participan del proyecto equipos docentes de Ingeniería y Sociedad.

Los datos surgen de los relevamientos realizados cada año registrando lo acontecido en cada asignatura participante del Proyecto, sumado a instancias de intercambio periódico entre los equipos docentes, algunas de tipo virtual y otras presenciales, para compartir resultados parciales de lo que se observó en cada grupo de estudiantes de la materia.

Como resultado del estudio de Tendencias formativas 2016-2019 de Ingeniería y Sociedad, Eje 1, en FRA alcanzó la regularidad en promedio el 53% del total de la matrícula, el 17% desaprobó y el 30% perdió el cursado por inasistencia. En el turno noche hay más inasistencias. En FRBB, regularizó la cursada el 63%, desaprobó el 5% y se registra un 32% de inasistencias. Se aprecian tendencias semejantes y cercanas en las comisiones estudiadas de ambas facultades.

Entre las fortalezas del estudiantado se observa buena disposición y cierto interés por comprender y cumplir con las condiciones de cursado universitario, aprecio y respeto por la convivencia, algún conocimiento de cultura general, manejo básico de herramientas informáticas y motivación por la aprobación directa en todas las asignaturas. Entre las dificultades se destacan la falta de nivel de conocimientos en ciencias Exactas y Naturales, la problemática en la comprensión de textos académicos y en la redacción de ideas, sobreestimación de sus posibilidades para cursar todas las

asignaturas, bajo nivel en idioma, la falta de tolerancia a los fracasos en la trayectoria académica y poca concurrencia a las clases de apoyo iniciales. En este sentido han resultado clave los resultados de la encuesta de mitad de cursada, que se toma luego del primer Globalizador, y los mails enviados por docentes a quienes estuvieron ausentes en esta instancia de evaluación o abandonan la cursada al obtener un aplazo o una calificación que no permite lograr la Aprobación Directa.

Respecto del Eje 2, en lo que hace al impacto de mejoras didácticas, los equipos docentes de Ingeniería y Sociedad de FRA y FRBB y sus estudiantes compartieron un trabajo de investigación sobre "Ingeniería y desarrollo sustentable local" (Unesco, 2015) analizando industrias del lugar con planteos críticos.

La FRA presentó aproximadamente 15 producciones cada año y la FRBB 9. Los mismos se intercambiaron en formato digital y luego los equipos de estudiantes efectuaron, a modo de revisión entre pares, una devolución analítica que fue enviada a los respectivos autores y autoras de las facultades participantes.

Cada año el estudiantado valoró de modo positivo la experiencia.

Con relación al PID FIIT II (2020 -2023), Formación Inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas. Aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TICS, el análisis realizado en UTN FRA durante los años 2020 y 2021, en contexto de emergencia sanitaria, propició una exhaustiva exploración por parte del equipo docente del uso de recursos que ofrecen los diferentes entornos virtuales, sin perder de vista un enfoque basado en competencias, con aprendizaje centrado en el estudiante.

En esos años, al inicio de cursada, y en función del contexto impuesto por la emergencia sanitaria, se realizó un relevamiento de la población estudiantil que permitió conocer la situación en cuanto a equipamiento, conectividad, situación familiar y laboral. Se observó que era dispar el acceso a dispositivos y conexión, lo cual también ha sido contemplado en la organización, diseño y entrega de tareas.

El estudiantado considera, en primer lugar, que logra su mejor aprendizaje mediado por docentes, y en segundo lugar, con la realización de ejercicios y/o actividades. Asimismo, manifiesta que las distracciones o no tener concentración perjudican su aprendizaje. Respecto de la pregunta que les ayudó a estudiar mejor en la pandemia, optaron por las clases sincrónicas y las propuestas de diversos materiales colocados por docentes en el aula.

Desde la mirada docente, al ser conscientes de la existencia de situaciones personales y colectivas difíciles que se sumaron a la imposibilidad de realizar lecturas y actividades en presencia de docentes y pares, dentro del PID nos propusimos trabajar en la incorporación de propuestas innovadoras en el aula, utilizando los recursos de la plataforma Moodle, así como herramientas de Google, incorporando nuevos instrumentos de evaluación de desempeño.

En 2022 se retornó a la presencialidad, y en este período, como metodología de enseñanza, en 11 de los 17 cursos, hemos combinado las actividades en los espacios del aula física semanales con actividades presentadas en el aula virtual. En este año (2022), el relevamiento al inicio de cursada mostró resultados similares, a los de 2020 y 2021, en lo que respecta a qué condiciones contribuyen a su mejor aprendizaje o a qué lo dificulta, y aquellas actividades que le resultaron favorables al estudiar en pandemia.

Todas las propuestas pedagógicas que hemos presentado en estos años han tenido buena recepción, logrando una mayoría de estudiantes que manifiestan como positiva su experiencia a lo

largo de un año, asimismo cabe destacar que un porcentaje elevado de quienes finalizan la cursada logran la aprobación directa.

En Avellaneda la cantidad de inscripciones entre el año 2020 a 2023 disminuyó en un 40%. En tanto, en Bahía Blanca se observa un leve aumento en la matrícula en 2021 respecto a 2020, y disminución de matrícula hacia 2023. Sin embargo, a lo largo de los cuatro años se aprecia una regularidad en las cantidades. En Avellaneda se presenta una disminución sostenida siendo más marcada en 2022, tal como se puede apreciar en el Gráfico 1:

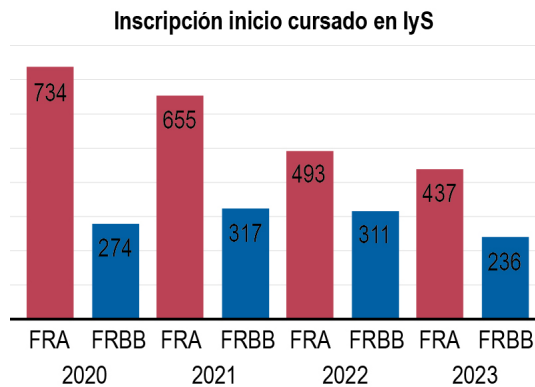


Gráfico 1: Comparación de la Inscripción del inicio de cursada en Regionales Avellaneda y Bahía Blanca (2020-2023)

Como se puede observar en los gráficos que se presentan a continuación, en lo que respecta a la situación laboral de estudiantes en ambas regionales, en Avellaneda en 2020 la diferencia entre quienes no trabajan y sí lo hacen es significativa respecto a los otros años posteriores, en los cuales se registra una leve diferencia. A partir de 2021 la consulta fue abierta, apareciendo situaciones particulares como trabajo con discontinuidad, que se grafican bajo el rótulo de Otros. En 2023, se observa un aumento de quienes no trabajan. En Bahía Blanca se observa una marcada diferencia entre quienes trabajan y no, que se mantiene durante los tres años. Así como se ve que en 2020 era un poco más la cantidad de estudiantes que trabajan, y que disminuye paulatinamente hacia 2022.

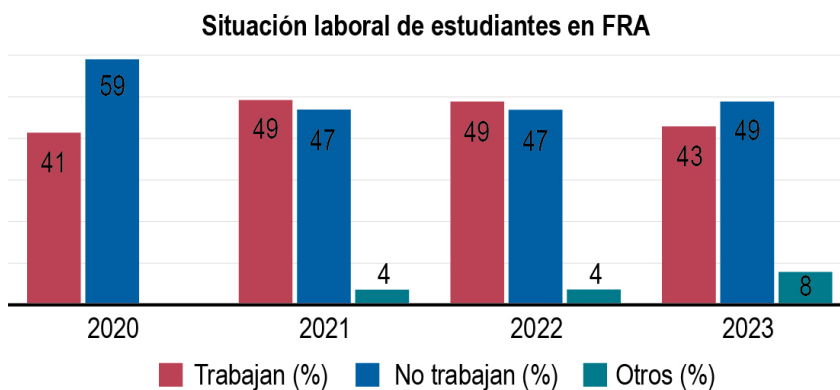


Gráfico 2: Situación laboral de estudiantes Facultad Regional Avellaneda (2020-2023)

Situación laboral de estudiantes en FRBB

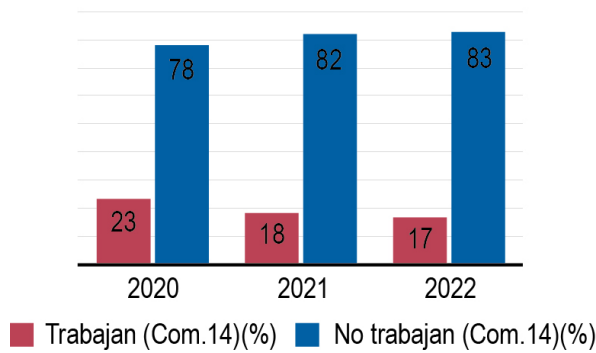


Gráfico 3: Situación laboral de estudiantes Facultad Regional Bahía Blanca (2020-2023)

Con relación a los gráficos 4 y 5, viendo el acceso al uso de computadora personal, en ambas regionales nos pareció importante explorar en el cómo era el acceso a los diferentes recursos. En la FRA hemos observado que el acceso personal o compartido era importante para el conjunto de estudiantes. En FRBB consideraron relevante observar si accedían o no a una computadora.

Acceso al uso de computadora personal en FRA

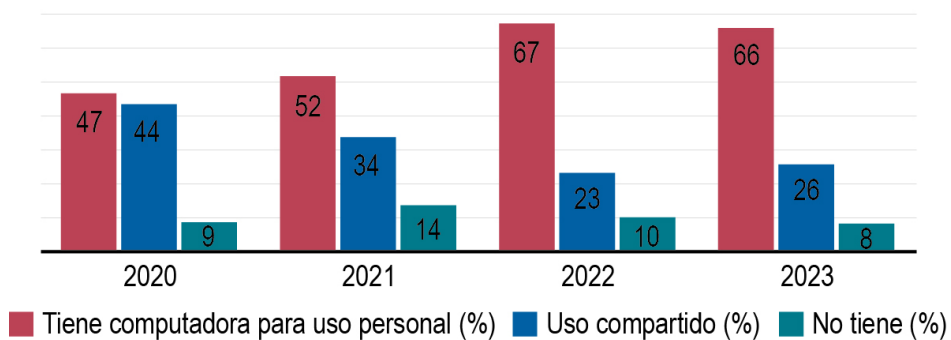


Gráfico 4: Acceso al uso de la computadora personal en FRA (2020-2023)

Acceso al uso de computadora personal en FRBB

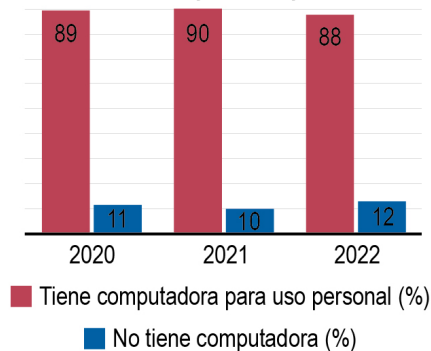


Gráfico 5: Acceso al uso de la computadora personal en FRBB (2020-2023)

En cuanto a la “Conexión de acceso internet”, como se puede observar en el gráfico 6, se vincula con cuál es el acceso a los diferentes recursos tecnológicos con los que contaban en 2020, que se vincula con el uso de computadora en cada hogar.

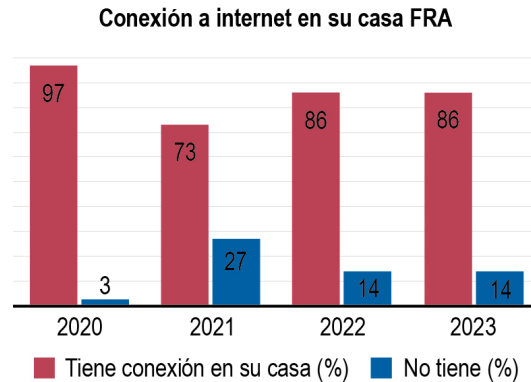


Gráfico 6: Conexión a internet en su casa en FRA (2020-2023)

Finalmente presentamos el total de aprobaciones respecto de quienes están ausentes, abandonan o quedan libres. En Avellaneda los valores no varían significativamente a lo largo de los cuatro años, y en función a los resultados del PID FIIT I, se mantienen los porcentajes de quienes desaprubaban.

En Bahía Blanca los porcentajes de aprobación son más altos de quienes no lo hacen, pero registran un porcentaje menor hacia 2022, como se puede ver a continuación, en el gráfico 7.

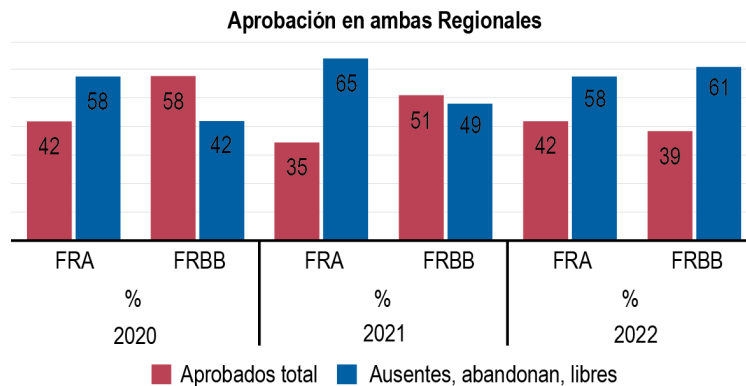


Gráfico 7: Aprobación en ambas Regionales (2020-2023)

CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos algunos de los resultados del proyecto de investigación interfacultad PID UTN IFN 7736 Formación inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas: aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC (2020-2022), teniendo en cuenta los factores pedagógicos que posibilitan comprender qué aspectos son los más relevantes en los primeros años y en las instancias de aprendizaje inicial. A lo largo de tres años y medio un equipo de investigación de más de cerca de 40 docentes de nuestras facultades viene participando de esta experiencia de

estudio y mejora compartida que tiene proyectos anteriores, y que permite comprender los procesos formativos, intercambiar los avances, transferir metodologías y vincularse con otros equipos similares. En el caso de Ingeniería y Sociedad, el trabajo se centró en la FRA y la FRBB.

Los factores pedagógicos han posibilitado dilucidar qué aspectos son los más incidentes en los primeros años y en las instancias de aprendizaje inicial, brindando numerosos aportes a las asignaturas y facultades participantes para tener en cuenta dichos resultados e incorporar nuevas y mejores estrategias.

Durante el desarrollo del proyecto, el aprendizaje y la evaluación centrada en el estudiante, las metodologías activas y el uso intensivo de las herramientas TIC -temas centrales del PID- atravesaron tres etapas. A pocos meses del inicio de la experiencia, la pandemia por Covid-19 obligó a enfrentar cuestiones que no estaban previstas. Finalmente, en la nueva etapa de la presencialidad y frente a la implementación de los nuevos Diseños Curriculares, se debió abordar un escenario diferente para el aprendizaje que completó un recorrido de experiencias en conjunto. Estas experiencias resultaron relevantes para quienes conforman los equipos de investigación del PID FIIT ya que permitieron revisar sus prácticas, conformar comunidades de aprendizaje, transferir conocimientos entre ellos y a otros equipos y generar instancias que posibilitaron para el estudiantado mejoras en el proceso de aprendizaje. Los datos obtenidos en los relevamientos fueron determinantes para conocer las condiciones de la población estudiantil e implementar mejoras en los procesos formativos frente al contexto cambiante en el que se desarrolló la actividad docente.

Por ello, la mayoría de los equipos docentes investigadores ha propuesto participar de un nuevo proyecto junto a otras Facultades de UTN para profundizar el estudio y mejora de la formación por competencias.

Considerando también el PID FIIT I, se han presentado algunos resultados obtenidos para la asignatura Ingeniería y Sociedad en el período comprendido entre 2016 y 2023.

Las características del estudiantado en las dos Facultades Regionales son similares en cuanto a percepción de obstáculos y fortalezas para el aprendizaje en el pasaje del nivel secundario al universitario.

Los datos relevados y analizados desde los PID FIIT I y II permiten señalar que la reflexión sobre la práctica entre equipos docentes en proyectos interfacultad resulta una valiosa estrategia para incorporar la función investigación a la de docencia, compartir análisis, generar mejores actividades didácticas e incidir indirectamente en los aprendizajes del estudiantado.

En 2023 finalizará el PID FIT II y se elaborarán conclusiones de todas las asignaturas participantes de las tres Facultades Regionales integrantes FRA, FRBB y FRTL.

Referencias

Asociación Iberoamericana para la Enseñanza de Ingeniería (ASIBEI). (2016). Competencias y Perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación de Profesores y Desarrollo Tecnológico e Innovación (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Giordano Lerena, R. (Comp.). 1ª ed., Bogotá, D. C. ISBN: 978-958-99255-8-4.

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) Libro Rojo de CONFEDI https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublica.pdf

(2023). Primeras Jornadas de Actualización sobre procesos de autoevaluación y acreditación de carreras de Ingeniería. Panel Mastache, A.; Kowalski, V.; Cukierman, U. ; Buenos Aires, CONFEDI, 12/5/2023.

Cuenca Pletsch y otros (2022) Las universidades argentinas ante la emergencia de la pandemia Covid-19 - La UTN en el bienio 2020-21: sus procesos institucionales, pedagógicos, didácticos. Edutekne – Bs As.

Cukierman, U. (2018) Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería. Buenos Aires, UTN FRBA.

Cura, R.O.; Ferrando, K.; Gericó, A.; Pagella, M.; Vanoli, V. (2021). Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante en tiempos de COVID-19 (UTN FRA-FRBB-FRTL). En VIII JEIN. Santa Fe, UTN FRSF.

Cura, R.O.; Ferrando, K.; Vanoli, V. (2022). Factores pedagógicos en la nueva presencialidad: investigación colaborativa UTN FRA-FRBB-FRTL. En VIII IPECYT. San Nicolás, UTN FRSN.

Ezcurra, A. M. (2011) Igualdad en educación superior: un desafío mundial. Los Polvorines-Argentina: Universidad Nacional de General Sarmiento,

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.

Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Bogotá: Ed. ECOE.

Tobón, S.; Pimienta Prieto, J. y García Fraile, J. (2010). Secuencias Didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias. México: Pearson-Prentice Hall.



Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda
Av. Ramón Franco 5050 - Código Postal: 1874 - Villa Domínico - Buenos Aires - Argentina
Tel: (54-11) 4353-0220 int. 105 - Fax: (54-11) 4353-0221
www.fra.utn.edu.ar - cienciaytecnologia@fra.utn.edu.ar - rumbostecnologicos@fra.utn.edu.ar