



aacini
ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRERAS
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ISSN 2684-060X

N° 12

Riii

**Revista
Internacional
Ingeniería
Industrial**

Febrero 2025 / Julio 2026
www.aacini.org

Asociación Argentina de Carreras de
Ingeniería Industrial y Afines
San José 964, PB. A, Capital Federal Tel: (011) 4304-7997/9960



Número 12 - 5(1) – febrero de 2025 a julio de 2026

ISSN 2684-060X

Contenido

EDITORIAL – Esperando el COINI 2026 en la UNAJ – IV –

EDITORIAL – Construyendo comunidad científica en Ingeniería Industrial – V –

Artículos

Simulación numérica del ensayo de tracción simple y su uso como complemento en la formación por competencias en carreras de Ingeniería – 1–

Competencias del Ingeniero Industrial en la era de la Industria 4.0 – 13 –

De la formación a la transformación: impacto de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación en las trayectorias profesionales y los entornos de intervención – 28 –

Reseñas de Libros

Más allá de las tecnologías: capacidades, innovación y transformación productiva en Industria 4.0 y Transformación Digital – 39 –

** Imagen de tapa generada con inteligencia artificial*

Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial y Afines
www.aacini.org / San José 964, PB. A, Capital Federal
Tel: (011) 4304-7997/9960

AACINI – Revista Internacional de Ingeniería Industrial

Número 12 - 5(1) – febrero de 2025 a julio de 2026

Editor y Director:

Dr. Ing. Mario Lurbe (Universidad Tecnológica Nacional - FRSC - Argentina)

Editores asociados:

Mg. Ing. Antonio Morcela (Universidad Nacional de Mar del Plata - Argentina)

Lic. María Laura Gallego (Universidad Tecnológica Nacional – FR San Nicolás - Argentina)

Comité Editorial:

Esp. Ing. Miguel Ángel Rissetto (Universidad Tecnológica Nacional - FRA - Argentina)

Dr. Ing. Fernando Salazar Arrieta (Pontificia Universidad Javeriana - Colombia)

Mg. Ing. Iván Baron (Universidad Tecnológica Nacional - FRSR - Argentina)

Dr. Ing. Kazuo Takaeyama (Sociedade Educacional de Santa Catarina - Brasil)

Dra. Ing. Gloria Esther Valdivia Camacho (Universidad Nacional de Ingeniería - Perú)

Mg. Ing. Alejandro Mohamad (Universidad Católica Argentina - Argentina)

MSc Mech Eng., MBA Sergio Oscar Rinland (Equipmake Ltd, UK)

Dr. Ing. Jorge Bauer (Technische Universität Wien - Austria)

Pares Evaluadores del presente número:

Claudia Noemí Zárate

Franco Chiodi

Jacqueline Bounoure

José Ignacio Nicolao García

María Betina Berardi

María Julia Carballeda

Ramsés Cabrera-Gala

COMISIÓN DIRECTIVA AACINI

Presidente:	Rubén Mario LURBE	UTN FRSC
Vicepresidente:	Jorge Alejandro MOHAMAD	UCA CABA
Vicepresidente 2do:	Oscar Antonio MORCELA	UNMDP
Secretaria:	María Laura GALLEGOS	UTN FRSN
Prosecretario:	Julián Edgardo VELA	UTN FRA
Tesorero:	León Natalio HOROWICZ	UBA
Protesorera:	Claudia Noemí ZÁRATE	UNMDP
1° Vocal Titular:	Federico MENDIZÁBAL	U MORÓN
2° Vocal Titular:	Jorge Eduardo ABET	UTN FRC
3° Vocal Titular:	Tomás Martín AVETTA	UTN FRSN
1° Vocal Suplente:	Blanca Rosa CARRIZO	UTN FRC
2° Vocal Suplente:	Carlos Adrián VECCHI	UNNE
3° Vocal Titular:	Marcelo Adrián PELAYO	UNLZ
Revisor de Cuentas Tit.:	Rodolfo Iván BARÓN	UTN FRSR
Revisora de Cuentas Supl.:	Jesica Elizabeth ROMERO	UTN FRSR
Presidente Honorario:	Miguel Ángel RISSETTO	UTN FRA

DIRECTORES/AS DE CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AFINES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Ing. Gustavo Rodríguez (ITBA)	Ing. Miguel Benegas (UNGS)	Ing. Néstor Rubio (UTN-FRA)
Ing. Martín Ignacio Tilve (UADE)	Esp. Ing. Teresa Antequera (UNJu)	Mg. Lic. Roque Sanchez (UTN-FRBB)
Ing. Industrial Juan Cruz Fernández (UA)	Ing. Mauro Vidal (UNLaM)	Ing. Guillermo Valvano (UTN-FRBA)
Lic. Alejandra Martos (UCA-Rosario)	Ing. Juan González Montero (UNLaP)	LOI Santiago Raynoldi (UTN-FRCh)
Mg. Ing. Jorge Alejandro Mohamad (UCA-Bs.As.)	Ing. Lucía Lladser (UNSB)	Licenciada en Organización Industrial María José Jairala (UTN-FRCU)
Esp. Ing. Juan José López Seoane (UCC)	Ing. Gabriel Crespi (UNLP)	Ing. Pablo Quantín (UTN-FRCo)
Esp. Ing. Manuel Luis Zambrano Echenique (UCASAL)	Ing. Jorge Bonavetti (UNLR)	Mg. Ing. Jorge Eduardo Abet (UTN-FRC)
Ing. Alfredo Leiter (UB)	Ing. Leonardo Rey (UNLZ)	Ing. María Dolores Gomez (UTN-FRGP)
Dr. Ing. Anibal Cofone (UBA)	Ing. Eduardo Agustín Benítez Sigaut (UNLu)	Ing. Sergio Cortese (UTN-FRH)
Dr. Ing. Gabriel Gustavo Maresca (UMM)	Mg. Ing. Antonio Morcela (UNMDP)	Mg. Ing. Agustín Caferri (UTN-FRLP)
Ing. Ind. Patricio Gonzalez Viescas (UMendoza)	Mg. Ing. Mario Mantulak (UNAM)	Mg. Eduardo Carlos Monier (UTN-FRRa)
Ing. Alejandro Jorge Vaquer (UMorón)	Ing. Eliseo Daniel Guzmán (UNR)	Lic. Victor Cogno (UTN-FRRa)
Mg. Ing. Lucas Damián Herrero (UP)	Dr. Ing. Antonio Adrián Arciénaga Morales (UNSA)	Ing. Carolina Inés Apendino (UTN-FRSF)
Ing. Sergio Alberto Colombo (UNSTA)	Ing. Florencia Caamaño (UNSJ)	Esp. Ing. Tomás Avetta (UTN-FRSN)
Ing. Marcelo Zanitti (USAL)	Ing. María Eugenia Rimini (UNSL)	Ing. Jéscia Romero (UTN-FRSR)
Mg. Ing. Franco Chiodi (UNICEN)	Ing. Alejandro Remigio Ferreiro (UNSE)	Ing. Mario Lurbe (UTN-FRSC)
Ing. Federico Walas (UNAJ)	Ing. Luis Cánepa (UNTdF)	Ing. Diego Pereyra (UTN-FRSF)
Dra. Ing. Mónica Gómez (UNC)	Dra. Ing. Paula Araujo (UNT)	Ing. Aníbal Vallejos (UTN-FRTdF)
Ing. Pablo De Simone (UNCu)	Ing. industrial María Daniela Vivas (UNCAUS)	Ing. Adrián Amador (UTN-FRTL)
	Mg. Leticia Arcusín (UNL)	
	Mg. Ing. Carlos Adrián Vecchi (UNNE)	
	Ing. Ernesto Castagnet (UNS)	
	Ing. Oscar Spada (UNNOBA)	

XIX Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y Afines - COINI 2026

**Jueves 29 y Viernes 30 de
Octubre de 2026**

*Instituto de Ingeniería y Agronomía de la
Universidad Nacional Arturo Jauretche
(Av. Calchaquí 6200, Florencio Varela,
Provincia de Buenos Aires)*



***“Ingeniería para el desarrollo productivo”
Reindustrialización, transición tecnológica y energética***

La Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial (AACINI) y el Instituto de Ingeniería y Agronomía de la Universidad Nacional Arturo Jauretche organizan el **XIX Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y Afines COINI 2026**. Este congreso constituye un espacio académico, científico y profesional destinado a la presentación y publicación de investigaciones originales que contribuyan al desarrollo de la Ingeniería Industrial y disciplinas afines, tanto desde perspectivas científico-tecnológicas como educativas. Asimismo, promueve el intercambio de experiencias, la innovación, la vinculación con el sector productivo y el debate sobre los desafíos que plantean la reindustrialización, la transformación digital, la transición energética y el desarrollo sostenible. Dirigido a docentes, investigadores, estudiantes, empresarios y profesionales, el COINI 2026 ofrece un ámbito propicio para la difusión del conocimiento, la generación de redes de colaboración y la construcción de nuevas iniciativas de investigación e innovación.

Como en cada edición, el congreso será también sede de la tradicional **Reunión Anual de la Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial (AACINI)**, que reúne a directores, coordinadores y responsables académicos de carreras de Ingeniería Industrial y afines de instituciones nacionales e internacionales, junto con representantes estudiantiles, fortaleciendo el intercambio de experiencias académicas y el trabajo colaborativo para el mejoramiento continuo de la formación en ingeniería.

Ejes Temáticos

1. Calidad, Seguridad e Higiene Industrial y Responsabilidad Social Empresaria.
2. Operaciones y Logística.
3. Gestión de las Organizaciones.
4. Energía, Ambiente y Sustentabilidad.
5. Innovación.
6. Industrias del Conocimiento.
7. Educación en la Ingeniería Industrial.
8. Trabajos de Cátedras Estudiantiles.

Enterate más: <https://aacini.org/>

Consultas: coini2026@unaj.edu.ar / info.aacini@gmail.com

Construyendo comunidad científica en Ingeniería Industrial

La publicación de este nuevo número representa una oportunidad para reafirmar el compromiso de la Asociación Argentina de Carreras de Ingeniería Industrial y Afines (AACINI) con la producción, difusión y preservación del conocimiento científico en el campo de la Ingeniería Industrial y disciplinas afines. En un contexto caracterizado por aceleradas transformaciones tecnológicas, productivas y educativas, la **Revista Internacional de Ingeniería Industrial (AACINI-RIII)** busca consolidarse como un espacio de encuentro para investigadores, docentes, estudiantes y profesionales, promoviendo la circulación de trabajos que contribuyan al desarrollo de la disciplina, al fortalecimiento de la educación en ingeniería y al análisis de los desafíos que plantea la transformación de los sistemas productivos. Los artículos que integran esta edición reflejan la diversidad temática y el compromiso de nuestra comunidad académica con la generación de conocimiento pertinente para afrontar los desafíos del presente y del futuro.

Una nueva etapa para la Revista Internacional de Ingeniería Industrial

Con la publicación de este nuevo número retomamos la actividad editorial de la **Revista Internacional de Ingeniería Industrial (AACINI-RIII)** luego de un año de intenso trabajo orientado a fortalecer las bases institucionales y tecnológicas de nuestra publicación. Este regreso representa mucho más que la aparición de un nuevo volumen: expresa el compromiso de la AACINI con la construcción y sostenimiento de un espacio abierto para la difusión del conocimiento científico y tecnológico producido en nuestras universidades y centros de investigación, y también en nuestras aulas.

Sostener una revista científica de acceso abierto, sin cargos para autores ni lectores, constituye un desafío creciente. La calidad editorial, la regularidad de las publicaciones y el cumplimiento de los estándares internacionales requieren un esfuerzo permanente que, en nuestro caso, se sostiene fundamentalmente gracias al trabajo voluntario de quienes integran el equipo editorial, de los evaluadores que dedican generosamente su tiempo y experiencia a los procesos de revisión por pares y, por supuesto, de los autores que confían en la AACINI-RIII para comunicar los resultados de sus investigaciones.

Durante este período se trabajó intensamente en la actualización de toda la infraestructura tecnológica de la revista. La migración a una versión actualizada de **Open Journal Systems (OJS)** incorpora mejoras sustanciales en materia de gestión editorial, interoperabilidad, preservación digital y seguridad informática, permitiendo ofrecer una plataforma moderna, confiable y alineada con las buenas prácticas internacionales de publicación científica.

Queremos expresar un especial reconocimiento al **Centro de Cómputos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata**, cuyo acompañamiento técnico hizo posible esta renovación. El apoyo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata en el alojamiento de la plataforma, la administración de los servicios informáticos

y la implementación de las nuevas medidas de seguridad constituye un aporte fundamental para garantizar la continuidad y el crecimiento de nuestra revista.

Este número marca así el inicio de una nueva etapa para la AACINI-RIII, con el desafío de continuar consolidándola como un espacio de referencia para la Ingeniería Industrial iberoamericana, fortaleciendo la calidad científica de sus publicaciones y ampliando progresivamente su visibilidad e impacto.

Ingeniería Industrial frente a los desafíos de la transformación tecnológica

Los trabajos reunidos en este volumen reflejan con claridad algunas de las principales preocupaciones que hoy atraviesan la formación, la investigación y la práctica profesional de la Ingeniería Industrial. Si bien cada artículo aborda problemáticas específicas, en conjunto conforman una agenda de investigación coherente, donde convergen la transformación digital, la innovación tecnológica, la formación por competencias y el desarrollo de nuevas capacidades para responder a escenarios productivos cada vez más complejos.

Una de las líneas más relevantes del número está vinculada con la **evolución de la enseñanza de la ingeniería**. Los trabajos dedicados a la formación por competencias muestran cómo las transformaciones impulsadas por los nuevos estándares de acreditación y por las demandas del sector productivo están modificando las estrategias pedagógicas, incorporando metodologías activas, simulaciones computacionales y herramientas digitales que permiten fortalecer la integración entre conocimientos teóricos y resolución de problemas reales. En este sentido, la simulación numérica mediante elementos finitos aplicada al ensayo de tracción constituye un ejemplo representativo del potencial que ofrecen los entornos virtuales para enriquecer la formación experimental y favorecer el desarrollo de competencias profesionales.

Complementariamente, otro conjunto de contribuciones analiza las **competencias que demandará la Ingeniería Industrial en el contexto de la Industria 4.0 y la transformación digital**. Más allá del dominio de nuevas tecnologías, estos trabajos ponen de relieve la necesidad de revisar los perfiles profesionales de los futuros ingenieros, identificando brechas entre la formación académica y las capacidades requeridas por organizaciones que incorporan inteligencia artificial, análisis de datos, Internet de las Cosas, automatización y sistemas ciberfísicos. La transformación digital aparece así no solamente como un proceso tecnológico sino también como un desafío educativo e institucional que interpela a las universidades y a las carreras de ingeniería.

Este número evidencia el creciente interés por la incorporación de herramientas computacionales avanzadas para el diseño, la simulación, el análisis y la optimización de procesos industriales. Estas investigaciones muestran cómo la digitalización está modificando la forma en que se conciben los sistemas productivos, favoreciendo procesos de experimentación virtual que reducen costos, mejoran la toma de decisiones y permiten abordar problemas cuya resolución experimental resultaría compleja o económicamente inviable.

Otra característica destacable del número es la diversidad de enfoques con que se aborda la innovación. Lejos de restringirse al desarrollo tecnológico, los artículos muestran que innovar implica también transformar procesos educativos, fortalecer capacidades organizacionales, incorporar nuevas metodologías de trabajo y generar conocimiento aplicable a los problemas concretos de la industria. Esta mirada amplia resulta especialmente pertinente en un contexto donde la competitividad depende cada vez más de la capacidad para aprender, adaptarse y gestionar conocimiento.

Asimismo, los trabajos reflejan el fuerte compromiso de las universidades argentinas con la investigación aplicada y con la vinculación tecnológica. Las experiencias presentadas muestran equipos interdisciplinarios que desarrollan soluciones concretas para problemas productivos, integrando investigación, docencia y extensión como funciones inseparables de la universidad pública.

En conjunto, los artículos de este número permiten apreciar una Ingeniería Industrial en permanente evolución. Una disciplina que continúa ampliando sus fronteras tradicionales para incorporar los desafíos de la digitalización, la sostenibilidad, la inteligencia artificial, la ciencia de datos y la formación basada en competencias, sin perder de vista su objetivo histórico: contribuir al desarrollo de organizaciones más eficientes, innovadoras y socialmente responsables.

Más que ofrecer respuestas definitivas, las investigaciones aquí reunidas abren nuevas preguntas y líneas de trabajo futuras. Ese es, precisamente, uno de los principales valores de una revista científica: convertirse en un espacio de diálogo entre investigadores, docentes y profesionales que permita construir colectivamente nuevo conocimiento y fortalecer una comunidad académica comprometida con el desarrollo de la Ingeniería Industrial.

Un esfuerzo colectivo que continúa creciendo

Finalmente, nos complace informar a nuestra comunidad académica que ya se encuentran disponibles las **Actas del COINI 2024 (UTN-FRLP)** y las **Actas del COINI 2025 (UCA-BsAs)**, resultado del importante trabajo editorial desarrollado por las instituciones organizadoras de ambas ediciones del Congreso Internacional de Ingeniería Industrial.

La publicación de estas memorias representa un nuevo aporte a la difusión del conocimiento generado en el ámbito del COINI y ha sido posible gracias al compromiso de los equipos editoriales de las sedes organizadoras y al permanente acompañamiento del **Equipo de Comunicación de la AACINI**, cuyo trabajo ha permitido consolidar una política editorial orientada a preservar y difundir la producción científica presentada en nuestros congresos.

Confiamos en que tanto este nuevo número de la **AACINI - Revista Internacional de Ingeniería Industrial** como las recientes publicaciones del COINI continúen fortaleciendo la comunidad académica de la Ingeniería Industrial, promoviendo el intercambio de conocimientos, la cooperación entre instituciones y el desarrollo de investigaciones que contribuyan al crecimiento científico, tecnológico y productivo de nuestra región.

Equipo Editorial

Simulación numérica del ensayo de tracción simple y su uso como complemento en la formación por competencias en carreras de Ingeniería.

Careglio, Claudio A.

ccareglio@uncu.edu.ar

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza (Argentina).

De Simone, Pablo S.

pablo.desimone@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza (Argentina).

Casarotto, Mauricio A.

mauriciocasarottoCAD@outlook.com.ar

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza (Argentina).

Alvarez, Mauricio C.

carlos.alvarez@ingenieria.uncuyo.edu.ar

Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza (Argentina).

Bringa, Eduardo M.

ebringa@yahoo.com

CONICET & Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Mendoza (Argentina).

Fecha de recepción RIII: 31/01/2025

Fecha de aprobación RIII: 24/09/2025

RESUMEN

El ensayo de tracción simple es uno de los ensayos mecánicos destructivos más empleados para determinar propiedades características de los materiales. Desde el punto de vista de la formación de ingenieros, es de utilidad para la introducción de conceptos como los de tensión convencional y verdadera, etc. Por otro lado, la comprensión de propiedades mecánicas tiene implicancias en la práctica de la ingeniería; tanto en lo referente a diseño como en producción de bienes, mantenimiento e investigación. Esto implica, que dicho ensayo es de importancia en una formación con enfoque por Competencias. A pesar de la amplia utilización del ensayo de tracción en la formación práctica experimental, este brinda información sobre variables globales, dando poca información de variables locales, como distribuciones de deformaciones y tensiones. Por ello, es necesario incorporar herramientas complementarias que permitan movilizar e integrar saberes que contribuyan a comprender la respuesta mecánica de los materiales. Una manera de llevar adelante esto es mediante el empleo de experimentos numéricos del ensayo de tracción simple. En este trabajo, se presenta la simulación numérica mediante elementos finitos del problema de tracción simple para el caso de diferentes geometrías planas y distintos materiales; como herramienta para mejorar en alumnos de grado la integración de conocimientos y la formación por competencias en el área de la respuesta mecánica de los materiales y sus propiedades.

Palabras Claves: ensayo de tracción; formación por competencias; mecánica de materiales.

Numerical simulation of the simple tensile test and its use as a complement in competence training in engineering careers

ABSTRACT

The simple tensile test is one of the most commonly used destructive mechanical tests to determine characteristic properties of materials. From the point of view of engineering education, it is useful for introducing concepts such as conventional and true stress, etc. On the other hand, understanding mechanical properties has implications in engineering practice; in relation to design and production of goods, maintenance and research. This implies that this test is important in education with Competency-based learning approach. Despite the wide use of tensile testing in experimental practical training, it provides information on global variables, giving little information on local variables, such as strain and stress distributions. Therefore, it is necessary to incorporate complementary tools that allow mobilizing and integrating knowledge that contributes to understanding the mechanical response of materials. One way to do this is through the use of numerical experiments of the simple tensile test. In this work, the numerical simulation using finite elements of the simple traction problem is presented for the case of different plane geometries and different materials; as a tool to improve the integration of knowledge and skills training in the area of mechanical response of materials and their properties in undergraduate students.

Keywords: simple tensile test; competency-based learning; materials mechanics.

Simulação numérica do teste simples de tração e sua utilização como complemento na formação de competências em carreiras de engenharia

RESUMO

O ensaio de tração simples é um dos ensaios mecânicos destrutivos mais utilizados para determinar propriedades características de materiais. Do ponto de vista da formação em engenharia, é útil para a introdução de conceitos como tensão convencional e verdadeira, etc. Por outro lado, a compreensão das propriedades mecânicas tem implicações para a prática da engenharia; tanto em termos de design e produção de bens, manutenção e pesquisa. Isto implica que este teste é importante na formação com uma abordagem baseada em competências. Apesar da ampla utilização do ensaio de tração no treinamento experimental prático, ele fornece informações sobre variáveis globais, dando poucas informações sobre variáveis locais, como deformações e distribuições de tensões. Portanto, é necessário incorporar ferramentas complementares que permitam mobilizar e integrar conhecimentos que contribuam para a compreensão da resposta mecânica dos materiais. Uma maneira de fazer isso é empregando experimentos numéricos de teste de tração simples. Neste trabalho é apresentada a simulação numérica utilizando elementos finitos do problema simples de tração para o caso de diferentes geometrias planas e diferentes materiais; como ferramenta para melhorar a integração de conhecimentos e treinamento de habilidades na área de resposta mecânica de materiais e suas propriedades em alunos de graduação.

Palavras chave: teste de tração; treinamento de competências; mecânica dos materiais.

1. INTRODUCCIÓN

Los ensayos mecánicos destructivos (Callister & Rethwisch, 2023; Askeland & Wright, 2022) son unos de los medios más empleados tanto en la industria como en investigación para caracterizar el comportamiento mecánico de los materiales. Entre los ensayos más empleados, pueden nombrarse el de tracción, compresión, flexión, y fatiga, entre otros. Dichos ensayos, permiten investigar la respuesta de los materiales frente a diferentes sollicitaciones de carga y la forma en que fallan; como así también posibilitan conocer la vida útil de un componente de un sistema.

Entre los ensayos mencionados, uno de particular interés es el de tracción simple (Dieter, 1988; ASM, 2000; Chakrabarty, 2006; Meyers & Chawla, 2009; Hosford, 2010), ya que a partir de él se pueden determinar diferentes propiedades mecánicas (Callister & Rethwisch, 2023; Askeland & Wright, 2022), tales como módulo de elasticidad, tensión inicial de fluencia, resistencia estática a la tracción y tensión de rotura, entre otras. El conocimiento y comprensión de estas propiedades tiene consecuencias directas en el ejercicio cotidiano de la ingeniería, desde lo referente al diseño hasta la producción y mantenimiento, para industrias tales como la aeroespacial (Juwet et. al, 2024; Li & Li, 2023), automotriz (Ambriško & Pešek, 2024; Shim et. al, 2024), alimenticia (Irak, 2023; Raj et. al, 2023), etc.

Pese a su uso extendido, el mencionado ensayo llevado adelante en forma experimental proporciona información sobre variables globales del problema, tales como trayectorias de carga-desplazamiento (Malvern, 1969), pero suministra poca información acerca de variables locales tales como distribuciones de deformaciones, entre otros. Estas últimas variables son de vital importancia en la caracterización mecánica de materiales tales como los metales (Careglio et. al, 2016; Careglio, 2017).

Una manera en que pueden ser complementados los estudios experimentales de tracción es mediante simulaciones numéricas (Wilkins, 1969; Needleman, 1972; Cabezas & Celentano, 2004; Careglio et. al, 2016), que permitirán relevar parámetros locales de las geometrías ensayadas. Simular este ensayo, independientemente de si se trata del tipo convencional ó real (Callister & Rethwisch, 2023; Askeland & Wright, 2022), implica tener en cuenta dos comportamientos bien diferenciados, análogamente a lo que sucede en el caso experimental. En el primero de ellos, la distribución de tensiones y deformaciones en la probeta es homogénea; mientras que en el segundo, se produce la localización de las deformaciones en la zona central y el estado de tensiones deja de ser homogéneo, apareciendo un cuello o estricción en la zona central de la misma (Bridgman, 1944; Davidenkov & Spiridonova, 1946). Asimismo, existen diferentes factores que pueden afectar los resultados, tales como distintas geometrías e imperfecciones (García Garino et. al, 2013; Careglio, 2017).

Por otro lado, el ensayo de tracción constituye una herramienta pedagógica indispensable que permite comprender de manera práctica conceptos teóricos y desarrollar habilidades experimentales. Lo anterior conlleva que, el mismo, constituya una herramienta fundamental para la formación relativa a la respuesta mecánica de materiales en carreras de ingeniería, con un Enfoque de Formación por Competencias y Aprendizaje Centrado en el Estudiante.

Cabe mencionar que, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, se encuentra actualmente en un proceso de transición de sus carreras de ingeniería a nuevos planes de estudios que sigan los Estándares de Acreditación de Segunda Generación, propuestos por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI, 2018), adoptándose en dicha unidad académica un Enfoque de Formación por Competencias (Tobón-Tobón et. al, 2010) y Aprendizaje Centrado en el Estudiante a partir del presente año. Esto implica desde el punto de vista institucional, entre otras cosas, incrementar las horas de formación práctica en áreas tales como la mecánica de materiales, lo que a su vez hace necesario incorporar nuevas herramientas que permitan movilizar e integrar saberes en dicha área a los futuros profesionales de la Ingeniería. Adicionalmente, los nuevos

planes de estudios de la citada facultad promueven en forma específica la apoyatura de entornos virtuales de aprendizaje para los espacios curriculares de modalidad presencial.

Con el desarrollo del presente trabajo se espera contribuir a la formación por competencias en el área de mecánica de materiales, movilizand o e integrando saberes en esta área en específica; empleándose para ello herramientas virtuales de aprendizaje a través del uso de simulaciones numéricas. En particular, se presenta la simulación numérica mediante elementos finitos del problema de tracción simple, llevadas adelante por un estudiante de grado, para el caso de diferentes geometrías planas y distintos materiales, utilizándose como un recurso didáctico complementario para la enseñanza de la mecánica de los materiales.

2. COMPRENSIÓN DEL CONCEPTO DE COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO ACADÉMICO EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS.

La formación por competencias en el ámbito de la ingeniería ha ganado un lugar preponderante en la educación superior, gracias a su capacidad para preparar a los futuros ingenieros en el desarrollo de habilidades integradas y orientadas a la resolución de problemas. A diferencia de enfoques educativos tradicionales, donde el foco estaba en la acumulación de conocimientos teóricos, la educación por competencias pone el énfasis en la movilización de saberes en situaciones reales, donde los conocimientos, habilidades y actitudes se articulan para resolver problemas abiertos, contextualizados y complejos.

El concepto de competencia ha sido objeto de amplios debates, y no existe un consenso absoluto en torno a su definición en el ámbito académico. Sin embargo, según el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018), una competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas mentales y valores, movilizand o diversos saberes en un determinado contexto para resolver problemas profesionales. Esto implica que la competencia no se reduce a conocimientos teóricos, sino que incluye la capacidad de actuar de manera eficaz en contextos reales y diversos, poniendo en juego los recursos disponibles.

Uno de los ejes fundamentales de la formación por competencias es la resolución de problemas profesionales, un proceso que requiere la aplicación de conocimientos y habilidades en contextos específicos. En la ingeniería, los problemas que los egresados enfrentan son, en su mayoría, situaciones complejas, dinámicas y contextualizadas, que no pueden resolverse únicamente con soluciones memorizadas o predefinidas. El entorno en el que trabajan los ingenieros cambia continuamente, lo que exige un enfoque flexible y adaptable, capaz de integrar y movilizar conocimientos de diferentes áreas de la disciplina.

Para lograr que los estudiantes desarrollen estas competencias, la formación debe proporcionar oportunidades para que enfrenten situaciones reales y complejas desde el ámbito académico. En este sentido, la educación por competencias prepara a los ingenieros para manejar la incertidumbre, adaptarse a cambios y tomar decisiones eficaces. Esto requiere no solo la capacidad técnica, sino también el desarrollo de habilidades blandas como el trabajo en equipo, la toma de decisiones rápidas y la gestión del tiempo.

Un aspecto clave en la formación por competencias es la capacidad de los estudiantes para movilizar diversos saberes (saber, saber hacer, saber ser) en situaciones específicas. La competencia se demuestra a través de la actuación eficaz en un contexto real, donde los recursos que el profesional emplea no se utilizan de manera fortuita, sino con un propósito claro y orientado a la resolución del problema.

Guy Le Boterf (2010) sostiene que un profesional competente es aquel que, frente a una situación determinada, puede movilizar una combinación adecuada de recursos: conocimientos, habilidades técnicas, razonamientos, actitudes y comportamientos. La disposición de estos recursos es condición necesaria, pero no suficiente para ser considerado competente. El verdadero desafío está en la movilización efectiva de estos recursos, un aspecto que diferencia a los profesionales competentes de aquellos que solo acumulan conocimientos.

Este enfoque rompe con la lógica educativa tradicional, en la que se enseñaban conocimientos de manera aislada. En la formación por competencias, los saberes deben articularse e integrarse en la resolución de problemas profesionales. La propuesta pedagógica de una asignatura debe diseñarse en función de las competencias que se espera que los estudiantes adquieran, y las actividades de aprendizaje deben estar alineadas con este objetivo, proporcionando experiencias que exijan la movilización y la integración de los distintos recursos.

Otra característica esencial de la formación por competencias es la necesidad de una evaluación continua, en la que se valore no solo el dominio de los conocimientos teóricos, sino también la capacidad del estudiante para movilizar esos conocimientos en situaciones reales. La evaluación debe estar diseñada para integrar momentos en los que los estudiantes enfrenten situaciones problemáticas que exijan la movilización de recursos de manera eficaz.

Esto supone un cambio significativo en la forma en que se mide el aprendizaje. No se trata de evaluar únicamente la capacidad de los estudiantes para memorizar y reproducir conocimientos, sino de generar instancias en las que los futuros ingenieros demuestren su capacidad para integrar y articular sus saberes en contextos dinámicos. Así como se evalúa el dominio de los recursos, es igualmente necesario programar situaciones donde se ponga a prueba la competencia en su totalidad.

Los ingenieros formados bajo este enfoque son profesionales integrales, preparados para participar activamente en la transformación de la sociedad. Este modelo educativo prepara a los estudiantes para ser agentes de cambio, capaces de actuar en contextos reales y complejos, y de responder a los desafíos dinámicos que plantea la práctica profesional en la ingeniería.

Atendiendo a lo expresado con anterioridad la formación por competencias representa una transformación en la educación de los ingenieros, en donde el foco de atención es el estudiante que se encuentra inmerso en un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la resolución de problemas reales, abiertos y contextualizados. De este modo se promueve una articulación dinámica entre los saberes técnicos y las habilidades blandas preparando a los futuros profesionales para actuar de manera eficaz en su campo de profesional.

Además, este modelo educativo proporciona una formación equilibrada, en la que el saber, el saber hacer y el saber ser se articulan para formar profesionales completos. Los ingenieros no solo deben ser capaces de manejar herramientas técnicas, sino también de actuar en contextos dinámicos, tomando decisiones y resolviendo problemas con eficiencia técnica y económica sin descuidar los aspectos sociales y ambientales pertinentes. Este enfoque asegura que los egresados no solo estén técnicamente capacitados, sino también preparados para enfrentar los retos de un entorno laboral en constante cambio, siendo protagonistas del progreso social y económico.

3. SIMULACIÓN NUMÉRICA DEL ENSAYO DE TRACCIÓN SIMPLE

Para llevar adelante los experimentos numéricos se emplea el Método Elementos Finitos (Zienkiewicz & Taylor, 1991), el cual es adecuado para simular problemas de mecánica del continuo como el del ensayo de tracción simple. Dado que la simulación del ensayo completo desde el estado final de carga

hasta la fractura requiere de formación que va más allá a la presente en los planes de estudio de grado, es que para este trabajo se considera solamente el régimen elástico lineal del problema (Malvern, 1969). Por ejemplo, para simular e interpretar los resultados del ensayo completo se debería tener cierta formación en cinemática de grandes deformaciones (Malvern, 1969) como así también en los diferentes tipos de leyes de endurecimiento que existen para representar la respuesta mecánica del material.

En este trabajo se consideran se consideran geometrías con dos imperfecciones diferentes. Antes de imponer las imperfecciones la geometría perfecta tiene una longitud de $l=60\text{mm}$ (Zhao et. al, 2010) con una relación $l/b=l/t=2$, siendo b y t el ancho y el espesor respectivamente. La primera imperfección (geometría 1) consiste en imponer a a geometría perfecta una imperfección dada por una variación lineal del ancho de la misma, con una reducción máxima del 0,5% en la zona central de la misma. La segunda imperfección (geometría 2) considerada corresponde a una entalladura (Zhao et. al, 2010) con un radio $r=5\text{mm}$. En la Figura 1 se muestra en líneas llenas la geometría con la entalladura.

Para ambas geometrías, dada la simetría existente, se considera para el modelo numérico 3D sólo una octava parte de las mismas. En la Figura 1 puede apreciarse sombreado la 1/8 parte considerada para la geometría con entalladura, junto con los ejes coordenados correspondientes.

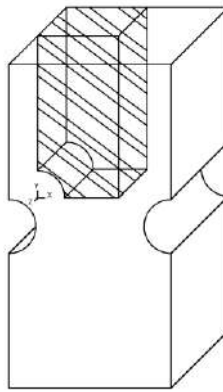


Figura 1 Geometría con entalladura y el 1/8 considerado para el modelo numérico.

En los dos casos la discretización espacial ha sido realizada con diez elementos en $l/2$, $b/2$ y $t/2$ respectivamente. La malla uniforme empleada para la primera geometría está constituida por 1000 elementos del tipo hexaedro, mientras que la segunda está formada por 2000 elementos del mismo tipo. En la Figura 2 se muestran las mallas de elementos finitos empleadas.

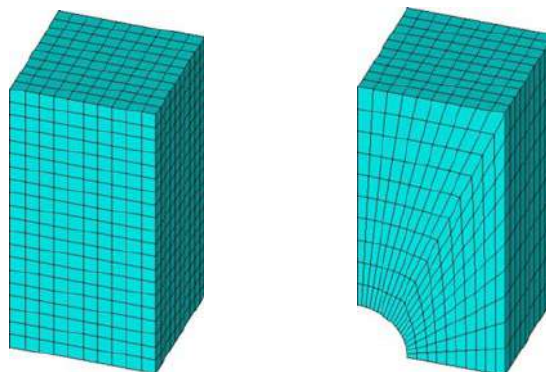


Figura 2 Mallas de elementos finitos para ambas geometrías.

Para satisfacer condiciones de simetría se impiden los desplazamientos u_x (coordenada $X=0$), u_y (coordenada $Y=0$), and u_z (coordenada $Z=0$) en los planos yz , xz , y xy , respectivamente. Para simular la tracción se aplican desplazamientos verticales u_y en la cara superior (plano xz) hasta alcanzar un valor de elongación del 0,5% de $l/2$ para el estado final de carga investigado.

Para los experimentos numéricos se emplean dos materiales lineales isótropos, el primero de ellos (material 1) con propiedades elásticas como las de un acero; mientras que el segundo (material 2) posee las propiedades de una aleación de alta entropía o HEA (Beyramali Kivy et. al, 2019) por sus siglas en inglés. Las HEA se encuentran caracterizadas en muchos casos por una gran resistencia mecánica y una alta dureza, entre otras propiedades que las hacen atractivas para la ingeniería. Sin embargo, al encontrarse entre materiales relativamente nuevos, no se conocen con exactitud muchas de sus respuestas frente a estímulos provenientes de la aplicación de carga o temperatura, etc. Desde el punto de vista de la formación por competencias se introduce este segundo material con el objeto de formar al alumno no sólo en materiales de uso amplio, sino también en aquellos que podrían ser de uso habitual en el futuro.

En la Tabla 1 se presentan tanto las propiedades del material 1 (Budynas, R. & Nisbett, J., 2012) como las del material 2 (Rodríguez et. al, 2021.), siendo E el módulo elástico y ν el módulo de Poisson.

Tabla 1 Propiedades elásticas del material 1 y del material 2.

Propiedad	Material 1	Material 2
E	207GPa	100GPa
ν	0,29	0,38

En las Figuras 3 y 4 se observa la configuración deformada junto con los contornos de deformación total de von Mises para ambas geometrías, mostrándose en cada una de estas figuras los resultados correspondientes material 1 a la izquierda y los del material 2 a la derecha. En todos los casos los valores de deformación corresponden al estado final de carga investigado. En particular, en la Figura 3 en los resultados correspondientes a la imperfección con variación lineal en el ancho, pueden observar algunas diferencias en la distribución de las deformaciones entre ambos materiales. Con respecto a la Figura 4, para la geometría con entalladura, puede observarse que la influencia de las propiedades del material en la distribución y penetración de las deformaciones son mayores en comparación a lo que ocurre con la geometría 1 (Figura 3).

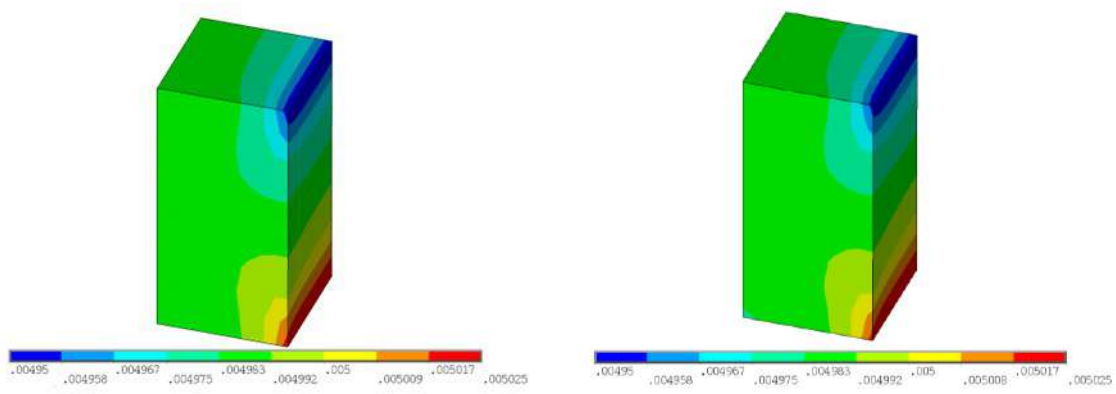


Figura 3 Contornos de deformación total para el material 1 (izq.) y 2 (der.) para la geometría 1 para el estado final de carga investigado

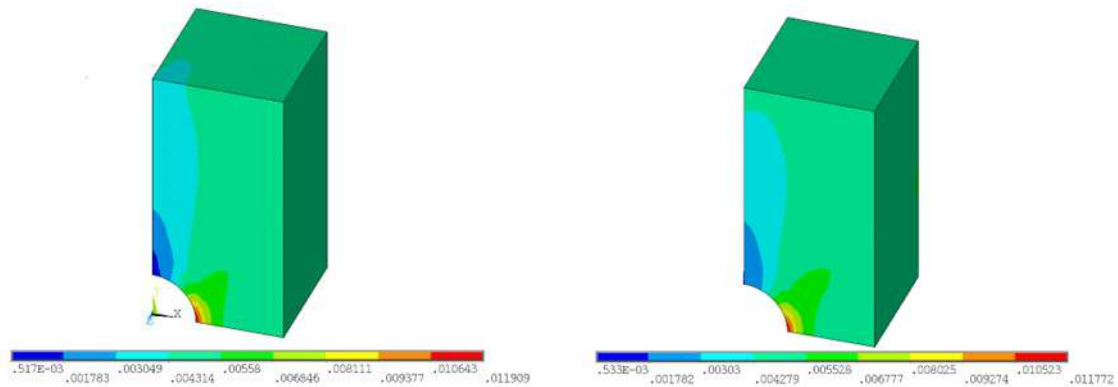


Figura 4 Contornos de deformación total para el material 1 (izq.) y 2 (der.) para la geometría 2 para el estado final de carga investigado

Para ahondar en el análisis anterior se comparan nuevamente los contornos de deformación de von Mises para ambas geometrías y ambos materiales para el mismo estado de carga que el anterior, pero desde el plano de simetría yz. En particular, la Figura 5 corresponden a los valores obtenidos para la geometría 1, mientras que los de la geometría 2 se muestran en la Figura 6. Con respecto a la Figura 5, si se compara un mismo valor en la coordenada Y, es decir en la altura, puede observarse que un mismo contorno de deformaciones se encuentran más desarrollado en el material 1 que en el 2 para un mismo valor de Y. Por otra parte, para la geometría 2 en la Figura 6, las diferencias entre ambos materiales son más apreciables que para el caso de la geometría 1, en cuanto a la distribución de los contornos de deformación entre los materiales 1 y 2; encontrándose más desarrollado el contorno el contorno de mayor deformación en el material 1 que en el 2. Además, si se compara un mismo material para la geometría 1 y 2 puede apreciarse, como era de esperarse, una mayor influencia de la imperfección de la geometría 2 en la forma y distribución de las deformaciones.

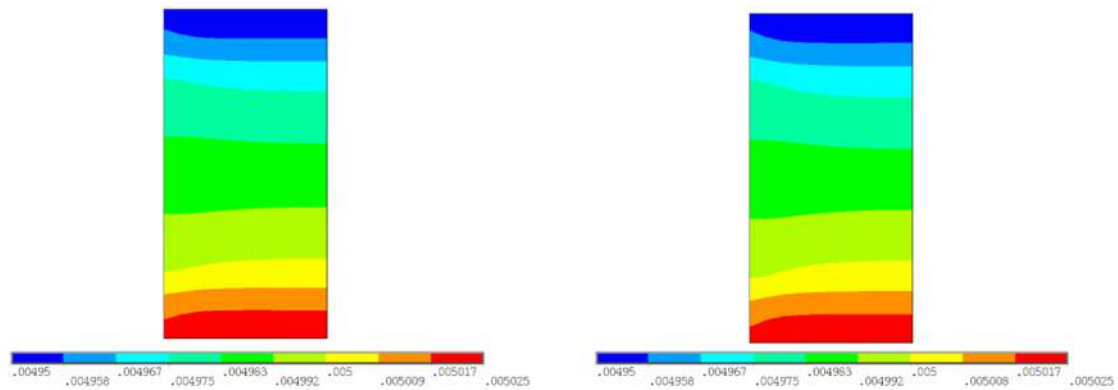


Figura 5 Contornos de deformación total en el plano de simetría yz para el material 1 (izq.) y 2 (der.) para la geometría 1 para el estado final de carga investigado

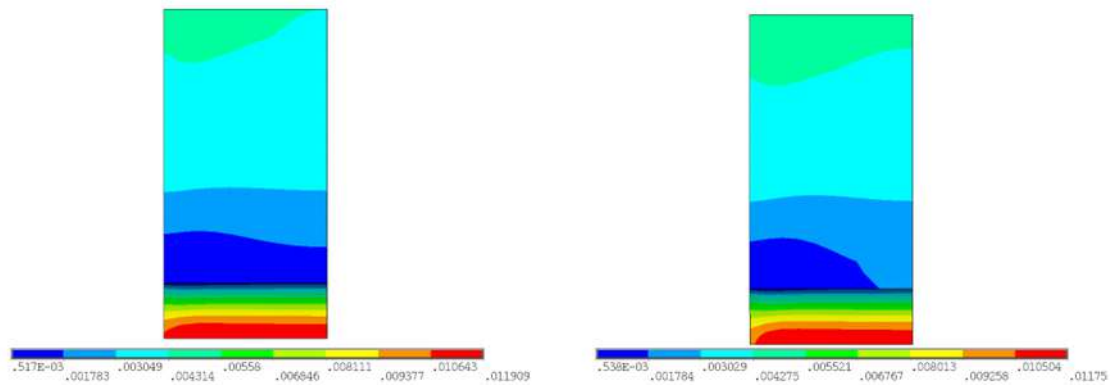


Figura 6 Contornos de deformación total en el plano de simetría yz para el material 1 (izq.) y 2 (der.) para la geometría 2 para el estado final de carga investigado

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha simulado en régimen elástico el problema de tracción simple, como un medio para integrar conocimientos y complementar los saberes alcanzados en forma experimental; contribuyéndose a la mejora de la calidad educativa en la formación por competencias en carreras de ingeniería y en lo relativo a la enseñanza de propiedades mecánicas de los materiales. Cabe mencionar que, la metodología llevada adelante, es fácilmente escalable a un número mucho mayor de alumnos a través de un formato de trabajo práctico ó incluso a aprendizaje basado en proyectos abordado en forma de grupos para problemas más complejos.

En particular, se ha abordado la respuesta mecánica de diferentes materiales, como así también la influencia de distintas imperfecciones geométricas en dicha respuesta. Se han considerado materiales con distintos parámetros constitutivos; el primero de ellos, con propiedades de un material de uso habitual en la industria; mientras que el segundo posee propiedades de nuevos materiales que se están empezando a utilizar en aplicaciones de ingeniería.

Asimismo, para llevar adelante los experimentos numéricos se ha realizado también formación acerca de los conceptos principales del Método de Elementos Finitos y las etapas de preproceso, proceso y postproceso del mencionado método.

Por otra parte, puede mencionarse que las simulaciones como la realizada en el presente caso permiten a los estudiantes movilizar el saber de manera práctica dando la oportunidad de experimentar cómo los diferentes principios funcionan en situaciones realistas, lo que facilita la comprensión profunda de conceptos abstractos. Estas pueden recrear problemas complejos y contextualizados, lo que ayuda a desarrollar competencias en la toma de decisiones, análisis crítico y solución de problemas técnicos. Esto contribuye con el desarrollo de Habilidades de Diagnóstico y Experimentación donde los estudiantes pueden diagnosticar y probar soluciones a problemas sin las limitaciones del entorno físico, como el costo o el tiempo. Esto promueve el ensayo y error en un entorno controlado, lo que les permite aprender de sus errores y experimentar con diferentes enfoques sin riesgo.

Además, se encuentra presente la integración de saberes multidisciplinarios. Este tipo de prácticas permiten que los estudiantes combinen conocimientos de diversas asignaturas básicas (matemáticas,

física, química, etc.) y los utilicen de manera integrada en un solo escenario, promoviendo el desarrollo de competencias transversales y la habilidad de movilizar recursos de diferentes áreas.

Los estudiantes asumen un papel activo en su propio proceso de aprendizaje. Esto les permite desarrollar autonomía, ya que deben tomar decisiones por su cuenta, analizar sus resultados y ajustarlos en base a los errores o éxitos obtenidos. Este enfoque contribuye a que el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje, una característica clave en la formación por competencias.

Las simulaciones de estas prácticas proporcionan un medio eficaz para evaluar competencias. Los docentes pueden observar cómo los estudiantes integran y movilizan conocimientos para resolver un problema simulado, lo que les permite evaluar de manera directa las competencias técnicas y habilidades blandas desarrolladas a lo largo de la carrera.

En un mundo cada vez más digitalizado, las simulaciones también desarrollan competencias relacionadas con el manejo de herramientas y software específicos de simulación utilizados en el campo de la ingeniería. Estas competencias son cada vez más relevantes en el ámbito profesional, donde la tecnología digital y los modelos virtuales son esenciales para la innovación y el desarrollo técnico.

Se puede decir que las simulaciones aportan una herramienta poderosa para el desarrollo de competencias en ingeniería, y la preparación de los estudiantes para enfrentar de manera eficiente los desafíos del entorno profesional.

Las actividades como la planteada en el presente trabajo permite plantear y experimentar con diferentes escenarios en la resolución de problemas, además de promover la toma de decisiones informada basada en resultados cuantitativos. Así, se desarrollan competencias no solo técnicas, sino también cognitivas y actitudinales, como la adaptación a entornos cambiantes y la capacidad de análisis crítico, elementos esenciales para los ingenieros en su futuro profesional. Las simulaciones numéricas permiten a los estudiantes enfrentarse a desafíos prácticos de manera flexible, mejorando su preparación para resolver problemas de manera eficiente.

5. REFERENCIAS

Ambriško, L., & Pešek, L. (2024). Non-contact evaluation of deformation characteristics on automotive steel sheets. *Metals*, 14(5), 566. <https://doi.org/10.3390/met14050566>

Askeland, D. R & Wright, W. J. (2022). *Ciencia e ingeniería de materiales: con base en el Sistema Internacional de Unidades (SI)*. Ciudad de México. Cengage Learning.

ASM (2000). *ASM Handbook: Mechanical testing and evaluation*. ASM International, 8.

Beyramali Kivy, M., Hong, Y., & Asle Zaeem, M. (2019). A review of multi-scale computational modeling tools for predicting structures and properties of multi-principal element alloys. *Metals*, 9(2), 254. <https://doi.org/10.3390/met9020254>

Bridgman P. W. (1944). The stress distribution at the neck of a tensile specimen. *Transactions of the American Society of Metals*, 32, 553–574.

Budynas, R. & Nisbett, J. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México D.F., Mc Graw Hill.

Cabezas E. E. & Celentano D. J. (2004). Experimental and numerical analysis of the tensile test using sheet specimens. *Finite Elements in Analysis and Design*, 40(5-6), 555–575. [https://doi.org/10.1016/S0168-874X\(03\)00096-9](https://doi.org/10.1016/S0168-874X(03)00096-9)

Callister, W. D. & Rethwisch, D. G. (2023). *Ciencia e ingeniería de materiales*. Barcelona. Reverté.

Careglio, C., Celentano, D., García Garino, C. & Mirasso, A. (2016). Global and local mechanical responses for necking of rectangular bars using Updated and Total Lagrangian finite element formulations. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016(1), 1729638, 1-12. 10.1155/2016/1729638. <https://doi.org/10.1155/2016/1729638>

Careglio, C. (2017). Respuesta mecánica global y local en problemas elastoplásticos con grandes deformaciones. Ph.D thesis, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Chakrabarty, J. (2006). *Theory of plasticity*. Oxford. Elsevier Butterworth-Heinemann.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina. Libro Rojo de CONFEDI, Giordano Lerena, R. y Cirimelo, S. (Editores). Universidad FASTA Ediciones. <https://confedi.org.ar>

Davidenkov N. N. & Spiridonova N. I. (1946). Analysis of the state of stress in the neck of a tension test specimen, *Proceedings of American Society of Testing Materials*, 46, 1147–1158.

Dieter, G. (1988). *Mechanical metallurgy*, SI metric edition. Series in Materials Science and Engineering. McGraw-Hill.

García Garino, C., Pacini, E., Monge, D., Careglio, C. & Mirasso, A. (2013). Computational mechanics software as a service project. *Journal of Computer Science & Technology*, 13(3), 160-166.

Le Boterf, G. (2010). *Repenser la compétence: pour dépasser les idées reçues: quinze propositions*. éditions Eyrolles.

Hosford, W. (2010). *Mechanical behavior of materials*. Cambridge. Cambridge University Press.

Irak, E. A. (2023). Developing the mechanical properties of bio-based films used in food packaging industry. Master thesis. Izmir Institute of Technology, Turkey. <https://hdl.handle.net/11147/14232>

Juwet, T., Luyckx, G., Lamberti, A., Creemers, F., Voet, E. & Missinne, J. (2024). Monitoring of composite Structures for re-usable space applications using FBGs: The influence of low earth orbit conditions. *Sensors*, 24(1), 306. <https://doi.org/10.3390/s24010306>

Li, Z., & Li, W. (2023). Study on tensile strain of carbon fiber triaxial woven fabric/thermoplastic polyurethane flexible textile composites. *Polymer Composites*, 45(3), 2337-2351. <https://doi.org/10.1002/pc.27923>

Malvern, L. (1969). *Introduction to the mechanics of a continuous medium*. New Jersey. Prentice-Hall.

Meyers, M. & Chawla, K. (2009). *Mechanical behavior of materials*. Cambridge. Cambridge University Press.

Needleman A. (1972). A numerical study of necking in circular cylindrical bar. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*. 20(2), 111–127. [https://doi.org/10.1016/0022-5096\(72\)90035-X](https://doi.org/10.1016/0022-5096(72)90035-X)

Raj, V.A., Sankar, K, Narayanasamy, P., Moorthy, I.G., Sivakumar, N., Rajaram, S.K., Karuppiah, P., Shaik, M.R., Alwarthan, A., Oh, T.H. & Shaik, B. (2023). Development and characterization of bio-based composite films for food packing applications using boiled rice water and pistacia vera shells. *Polymers*, 15(16), 3456. <https://doi.org/10.3390/polym15163456>

Rodriguez, S., Lang, E., Argibay, N., Kustas, A., Barrick, E., Jones, M., Arata, E., Walker, C., Monroe, G., Whetten, S., De Smet, D. & Lim, H. H. (2021). Application of refractory high entropy alloys for higher reliability and higher-efficiency Brayton cycles and advanced nuclear reactors. *Sandia Report*, SAND2021-11377. <https://doi.org/10.2172/1822585>

Shim, Y. D., Kim, J., Kim, C., Park, J., Yang, D. W., & Lee, E. H. (2024). Evaluation of mechanical properties considering uncertainties for hairpin coils in electric vehicle motor manufacturing. *IEEE Access*, 12, 45318-45330. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3380463>

Tobón-Tobón, S., Pimienta Prieto, J. & García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México. Pearson Educación.

Wilkins, M. L. (1968). Third progress report of light armor program. Lawrence Livermore National Laboratory. University of California. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1033497>

Zienkiewicz, O.C. & Taylor, R.L. (1991). *The Finite Element method*. McGraw Hill, 1-2.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo brindado a través del Proyecto Bienal B003-T1 de SIIP- Universidad Nacional de Cuyo. También agradecen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo al proyecto Proyecto TIPO A (5A Mecatrónica).

Competencias del Ingeniero Industrial en la era de la Industria 4.0

Gómez, Mónica C.

monica.gomez@unc.edu.ar

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba (Argentina).

Cocci Olea, Nazareno N.

nazareno.cocci@unc.edu.ar

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba (Argentina).

Deschutter, Nahuel E.

nahueldeschutter001@mi.unc.edu.ar

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba (Argentina).

Jara, Facundo M.

facundo.jara@mi.unc.edu.ar

Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba (Argentina).

Fecha de recepción RIII: 24/09/2025

Fecha de aprobación RIII: 29/05/2026

RESUMEN

La formación por competencias implica un desafío para la educación superior en la era de la Industria 4.0. A partir de actividades de investigación y extensión realizadas desde la Carrera de Ingeniería industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo se ha observado una mayor necesidad de competencias vinculadas a la transformación digital. Este artículo hace referencia a la primera etapa de un proyecto de investigación cuyo objetivo principal es relacionar competencias en la formación académica y necesidades de las empresas en relación a la transformación digital. Se desarrolla el marco conceptual y metodológico para llevar a cabo un estudio del estado del arte en la temática y el planteo de una herramienta de relevamiento para explorar el perfil profesional de los graduados a fin de descubrir sus conocimientos en nuevas tecnologías, a la vez que explorar las necesidades de las empresas en el manejo de estas tecnologías. También, se realiza un análisis de los programas del plan de estudios para identificar las brechas entre los contenidos desarrollados y los asociados a esta nueva era. Por último, se presenta el diseño de la encuesta y las conclusiones sobre los avances conceptuales y las etapas a seguir.

Palabras Claves: competencias; ingeniería industrial; industria 4.0; transformación digital.

Industrial engineering competencies in the era of Industry 4.0

ABSTRACT

Competency-based education poses a challenge for higher education in the era of Industry 4.0. Based on research and extension activities conducted within the Industrial Engineering program at the academic unit where this work was carried out, an increasing need for competencies related to digital transformation has been identified. This article presents the first stage of a research project whose main objective is to relate competencies developed through academic education to the needs of companies regarding digital transformation. The paper develops the conceptual and methodological framework for conducting a state-of-the-art review on the subject and for designing a survey instrument to explore graduates' professional profiles, with the aim of identifying their knowledge of emerging technologies while also examining companies' needs concerning the use of these technologies. In addition, an analysis of the curriculum is carried out to identify gaps between the course contents currently offered and those associated with this new technological era. Finally, the survey design is presented, together with the conclusions regarding the conceptual advances achieved and the subsequent stages of the project.

Keywords: competencies; industrial engineering; Industry 4.0; digital transformation.

Competências do engenheiro industrial na era da Indústria 4.0

RESUMO

A formação baseada em competências representa um desafio para o ensino superior na era da Indústria 4.0. A partir de atividades de pesquisa e extensão desenvolvidas no curso de Engenharia Industrial da unidade acadêmica onde este trabalho foi realizado, observou-se uma crescente necessidade de competências relacionadas à transformação digital. Este artigo apresenta a primeira etapa de um projeto de pesquisa cujo principal objetivo é relacionar as competências desenvolvidas na formação acadêmica com as necessidades das empresas no contexto da transformação digital. Desenvolve-se o referencial conceitual e metodológico para a realização de um estudo do estado da arte sobre o tema e para a elaboração de um instrumento de levantamento de dados destinado a explorar o perfil profissional dos egressos, a fim de identificar seus conhecimentos sobre novas tecnologias e, ao mesmo tempo, investigar as necessidades das empresas quanto ao domínio dessas tecnologias. Além disso, realiza-se uma análise dos programas do currículo com o objetivo de identificar as lacunas entre os conteúdos desenvolvidos e aqueles associados a essa nova era. Por fim, apresenta-se o desenho do questionário e as conclusões sobre os avanços conceituais alcançados e as etapas subsequentes do projeto.

Palavras chave: competências; engenharia industrial; Indústria 4.0; transformação digital.

1. INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta una de las partes constitutivas de un proyecto de investigación en proceso, enmarcado en el campo de las competencias de los ingenieros industriales. A partir del libro Rojo del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y de los nuevos estándares de ingeniería aprobados por el Ministerio de Educación, se considera interesante profundizar en el análisis de las competencias de los estudiantes y los egresados. También, analizar las necesidades de las organizaciones del medio donde luego se desempeñarán los graduados de la carrera de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo.

Esta inquietud dio origen a un primer proyecto, ya concluido, cuyo objetivo fueron las competencias de gestión (Cocci Olea, Ciuffolini, Deschutter, & Gómez, 2023). Como su continuación, surge el actual proyecto, orientado a las competencias en “nuevas tecnologías” vinculadas a la nueva revolución industrial. En la actualidad, se considera que el aporte de las tecnologías de la información a la productividad y competitividad de las empresas resulta fundamental para su crecimiento y sostenibilidad a largo plazo. Este paradigma, englobado en términos como “Industria 4.0” o “Transformación digital” supone la necesidad de incorporar nuevos perfiles profesionales que tengan la capacidad de gestionar dichos recursos y la innovación empresarial que su implementación conlleva.

La importancia e impacto de este trabajo, remarca la necesidad actual que tiene la matriz productiva mundial, y sobre todo la de Argentina, de desarrollar e incorporar a profesionales que posean las habilidades competentes para la gestión de tecnologías innovadoras dentro del campo industrial, como herramienta principal para la conducción y desarrollo de la transformación digital de dicha matriz, que incipientemente ha comenzado hace algunos años (Gomez, 2022). Cada vez se hace más notable la relación directa entre la dinámica económica y el nivel de innovación de las empresas, las regiones y los países. Sin embargo, una de las principales restricciones que tiene el sector tecnológico argentino para seguir creciendo es la disponibilidad de personal capacitado (Deschutter, Ciuffolini, Cocci Olea, Gómez, & Rigazio, 2021). Algunos informes señalan que más del 70 % de los ejecutivos encuestados coincide en que la falta de personal capacitado es un desafío relevante para alcanzar la Industria 4.0 en Argentina (Nieponice, Rivera, Tfeli, & Drewanz, 2018).

En función de lo expuesto, particularmente este artículo presenta un análisis del estado del arte de las competencias del ingeniero industrial vinculadas a las tecnologías de la Industria 4.0, y resalta la importancia de profundizar antecedentes de investigaciones relacionados, con el fin de obtener una visión amplia pero profunda de dicha vinculación. A la vez, también presenta el desarrollo teórico de una herramienta de relevamiento de información sobre competencias tecnológicas en graduados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo.

El objetivo de este relevamiento es estudiar el perfil real de los egresados en la actualidad y descubrir los conocimientos vinculados a las nuevas tecnologías faltantes en la carrera. Se espera que este relevamiento suministre datos actuales sobre las tecnologías que usan los graduados en su labor profesional diaria. De esta misma información en función del ámbito de desempeño, se explorarán las necesidades de las empresas u organizaciones.

Paralelamente, se realiza un análisis de los programas de las materias de la currícula, identificando las competencias que debieran adquirir los estudiantes en el cursado y la bibliografía utilizada. Para luego seguir con la implementación de la herramienta de relevamiento, el estudio de los resultados y la comparación posterior con la propuesta académica, lo cual es objeto de otro artículo.

Este artículo presenta hallazgos encontrados sobre avances conceptuales, dificultades en la búsqueda y reflexiones sobre la temática en estudio y el desarrollo de la herramienta de relevamiento, su discusión y los pasos que se propone este equipo de trabajo para continuar la exploración y análisis.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

La transformación digital representa un cambio paradigmático en la forma en que las organizaciones operan, impulsado por la convergencia de tecnologías como el internet, los datos masivos y la inteligencia artificial (Schwab, 2017). Este proceso ha dado lugar a nuevos modelos de negocio y ha transformado industrias enteras, demandando un nuevo perfil profesional.

Dentro de este contexto, la Industria 4.0 y la Industria 5.0 representan etapas sucesivas de esta transformación. La Industria 4.0 se caracteriza por la fusión de tecnologías digitales y físicas en los procesos de producción, lo que permite una mayor automatización, personalización y eficiencia (Lee & Lee, 2015). El Foro Económico Mundial define la Industria 4.0 como la cuarta revolución industrial, basada en tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), el big data y la robótica (World Economic Forum, 2023). Por su parte, la Industria 5.0 busca humanizar la producción y poner a las personas en el centro de los procesos industriales, fomentando la sostenibilidad y la ética (Rifkin, 2014).

En cuanto a las tecnologías comprendidas en la transformación, existen diversos puntos de vista y muchas discusiones al respecto por lo que es oportuno tomar como referencia el planteo de Basco (2018) de 10 pilares tecnológicos de la Industria 4.0 (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018):

- Sistemas de Integración de Información
- Máquinas y sistemas autónomos
- Internet de las cosas (IoT)
- Manufactura Aditiva
- Big Data y análisis de Datos
- Computación en la nube
- Simulación de entornos Virtuales
- Inteligencia Artificial
- Ciberseguridad
- Realidad Aumentada

En continuidad con este encuadre conceptual, un informe del BID (Albrieu, y otros, 2019) presentó un trabajo realizado sobre 307 empresas argentinas cuyos resultados identificaron tres grupos de empresas:

- Un pequeño conjunto de 6% que a pesar de no ser enteramente 4.0 se encuentran próximas a la cima tecnológica, denominados Cóndores.
- Un grupo intermedio de 45% que se caracteriza por emplear tecnologías de desarrollo medio y ser activas para cerrar las brechas que las separan de las fronteras tecnológicas. Los que se denominan en este informe como Alpinistas.
- Por último, en la cola tenemos casi el 50% de empresas que usan tecnologías de primera y segunda generación y parecen inactivas frente al cambio tecnológico. Que serían los Trekkers.

Dicho informe evidenció que, en términos de adopción tecnológica, la travesía hacia la industria 4.0 en Argentina estaba dando sus primeros pasos, y que se esperaba una demanda de habilidades para los siguientes cinco años.

Por su parte, el trabajo de Hirs-Garzón y Vargas (2023) expone que el aprovechamiento de las tecnologías digitales es una oportunidad para que la región de América Latina y el Caribe, pueda comenzar a cerrar la brecha de ingresos y productividad que tiene respecto de los países de mayor ingreso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (Hirs-Garzón & Vargas, 2023).

La naturaleza disruptiva de los cambios tecnológicos del momento aumenta la importancia de contar con capacidades para adaptarse, colaborar con equipos de trabajo y pensar en forma creativa sobre nuevos problemas, entre otras habilidades blandas que ayudan a las personas a reaprender ante los cambios en el trabajo (Albrieu, y otros, 2019).

Por otro lado, Martha Alles, reconocida experta en gestión del talento, propone un modelo de competencias que se alinea perfectamente con las necesidades de los ingenieros industriales en la era digital. Según esta autora, las competencias se dividen en tres grandes categorías (Alles, 2019):

- Competencias técnicas: Conocimientos específicos de la disciplina, como la Ingeniería Industrial, y habilidades técnicas relacionadas con las tecnologías digitales.
- Competencias comportamentales: Habilidades sociales, emocionales y de comunicación que permiten trabajar en equipo, resolver conflictos y liderar.
- Competencias conceptuales: Capacidad para comprender el contexto empresarial, analizar situaciones complejas y tomar decisiones estratégicas.

Estas competencias son fundamentales para que los ingenieros industriales puedan adaptarse a los cambios constantes del entorno y desempeñar un papel protagónico en la transformación digital de las organizaciones.

Esta sección pretende plantear el enfoque conceptual de las nuevas tecnologías y su integración con el concepto de competencias. A continuación, se presenta el marco metodológico para la exploración en el campo. El encuadre conceptual se profundiza luego, con un mayor grado de especificidad, en las fases 3 y 4 del diseño de la investigación, en la sección 4, desarrollo.

3. METODOLOGÍA

En cuanto al marco metodológico, se propone un proceso de investigación de enfoque cuantitativo, en términos generales, lo cual conlleva a la necesidad de plantear un problema concreto y acotado de estudio, construyendo un marco teórico mediante la revisión de la literatura ad hoc. Para llevar a cabo este tipo de investigación, Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018) sugieren 10 pasos o fases a seguir:

Fase 1. Descripción de la idea y contextualización.

Fase 2. Planteamiento del problema: es decir proceso por el cual se debe afinar, precisar y estructurar la idea de investigación, lo cual involucra mayor formalización y delimitación en el caso del enfoque cuantitativo. Para llevar a cabo esta fase se planteará una pregunta problema y objetivos para delimitar el estudio.

Fase 3. Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico.

Fase 4. Visualización del alcance del estudio: en función del planteamiento del problema, definir si el alcance será de tipo: exploratorio, descriptivo, correlacional-causal, o explicativo.

Fase 5. Elaboración de hipótesis y definición de variables: que se establecerá en función del alcance definido.

Fase 6. Desarrollo del diseño de investigación: este se puede clasificar en investigaciones experimentales y en investigaciones no experimentales. A su vez, esta última puede clasificarse en transversal (recolección de datos en un solo momento determinado) y longitudinal, siendo su característica la recolección de información en varios momentos. Los diseños de investigaciones no experimentales transversales pueden clasificarse en correlaciones-causales, descriptivos y/o exploratorios, siendo este último aquellos que tienen como fin comenzar a familiarizarse con un fenómeno en un momento específico (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

Fase 7. Definición y selección de la muestra: en esta etapa, se debe determinar la unidad de muestreo, delimitar la población o universo, seleccionar la estrategia de muestreo adecuada para mantener su representatividad estadística, calcular el tamaño de la muestra adecuada y seleccionar las unidades de muestreo a analizar, es decir lograr inmersión inicial en el campo.

Fase 8. Recolección de los datos: cualquier método o táctica de investigación necesita, en última instancia, reducir constructos, conceptos, ideas o hipótesis a datos. En este proceso de operativización entran de lleno las técnicas. Estas técnicas van a estar muy relacionadas con todo aquello que tenga que ver con instrumentos y procedimientos para transformar hechos concretos en datos significativos.

Fase 9. Análisis de los datos obtenidos

Fase 10. Elaboración de reporte de resultados.

En la siguiente sección se desarrollan estas fases profundizando cada una de ellas e introduciendo la investigación.

4. DESARROLLO

Esta sección se propone describir el trabajo que está llevando a cabo este equipo de investigación, para el armado de la herramienta de relevamiento. Se explica la estrategia de investigación y sus pasos para determinar el diseño más apropiado.

Fase 1 y 2: Idea y Planteamiento del problema

Como ya se mencionó en la introducción el aporte de las tecnologías de la información a la productividad y competitividad de las empresas es de gran importancia. Por tanto, hablar de “Industria 4.0” o “Transformación digital” supone la necesidad de nuevos perfiles profesionales (Gómez, 2023).

La idea de este estudio también presenta antecedentes en las charlas y trabajos realizados por la Asociación Argentina de Estudiantes de Ingeniería Industrial y carreras afines (AAREII) que a través de distintas actividades establece contacto fluido con estudiantes, academia e industria. El Congreso Argentino de Estudiantes de Ingeniería Industrial y carreras afines (CAEII) es el evento más convocante organizado por AAREII, el cual reúne anualmente a estudiantes de Ingeniería Industrial y diversas carreras de todo el país con el fin de complementar la formación de los futuros ingenieros. Para cumplir con esta premisa, durante el desarrollo del mencionado congreso se llevan a cabo talleres, visitas

técnicas y conferencias sobre temáticas que normalmente no se tratan en los planes de estudios de la carrera. Con el objetivo de detectar qué temas son relevantes para el estudiantado, año tras año, desde AAREII se realiza un relevamiento a través de los representantes de cada universidad, para luego, a partir de ello, plantear los pilares académicos a utilizar en los diferentes eventos. Particularmente, desde la primera edición post pandemia en 2022, hasta la reciente en 2025, predominaron temáticas referidas a la Industria 4.0, la sostenibilidad, la salud mental y la innovación. Se trabajaron pilares como: logística 4.0, evolución tecnológica en los ámbitos de trabajo, construcción de un futuro sostenible, innovación y futuro, liderazgo transformacional, equilibrio mental en la ingeniería. Es relevante destacar que, de los últimos 12 pilares trabajados, seis tienen relación con la Industria 4.0, repitiendo conceptos como Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, robótica o big data. El resto de los pilares se relacionan con las demás temáticas mencionadas previamente.

En este contexto y con estos antecedentes, se ha propuesto profundizar sobre las actividades de los profesionales de Ingeniería Industrial (II) egresados de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo y su vinculación con las tecnologías de la Industria 4.0:

¿La formación actual, brindada en la carrera de grado, permite el desempeño habitual del Ingeniero Industrial en entornos donde se utilicen tecnologías 4.0?

Para responder esta pregunta, se han propuesto los siguientes objetivos:

- Determinar si actualmente, los egresados de la carrera de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo utilizan tecnologías de la Industria 4.0 en su actividad profesional.
- Determinar cuál es el grado y/o frecuencia de uso de dichas tecnologías en su actividad profesional.
- Establecer cuál es el conocimiento brindado en la carrera de Ingeniería Industrial en estudio respecto a las tecnologías de la Industria 4.0.
- Contrastar los conocimientos necesarios para explotar las tecnologías de la Industria 4.0 con los conocimientos aprendidos en la carrera de grado.

El propósito de este estudio es evaluar, de manera objetiva, si la formación actual brindada por la carrera de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo condice con el cambio de paradigma dentro de la industria, brindando herramientas que permitan a los actuales y futuros profesionales el desempeño de las actividades profesionales que demanda actualmente el mercado, vinculado a las tecnologías de la digitalización y la Industria 4.0.

Fase 3 y 4: Elaborar el marco teórico y Visualización del alcance del estudio

La transformación digital que experimenta el mundo ha redefinido los perfiles profesionales y las competencias requeridas en diversos sectores industriales. En este contexto, los ingenieros industriales se enfrentan al desafío de adaptarse a un entorno laboral cada vez más complejo y dinámico; por lo que se vuelve necesario contar con investigaciones rigurosas que permitan identificar las competencias clave para el éxito.

En ese sentido, el proyecto de investigación se propone contribuir al conocimiento existente sobre las competencias de los ingenieros industriales en la Industria 4.0, partiendo de una revisión sistemática de la literatura científica que logre establecer un marco de referencia acerca de las tendencias actuales y las necesidades futuras del mercado laboral. Esta revisión se desarrolló a nivel internacional, regional y nacional, entre los años 2001 y 2023.

La búsqueda internacional se centró en identificar estudios que abordan la relación entre las competencias del ingeniero industrial y las tecnologías de la Industria 4.0. Utilizando una cadena de términos clave exhaustiva, se consultó la base de datos Web of Science, delimitando la búsqueda a documentos publicados en inglés debido a la predominancia de este idioma en las bases de datos académicas, lo que garantiza un acceso más amplio a información actualizada y relevante, simplificando el análisis y la comparación de estudios.

A continuación, se muestra la cadena de búsqueda que se utilizó, donde el término TS establece que la búsqueda de las palabras especificadas se realice tanto en el resumen, como en el título y en las palabras claves de los artículos de la base de datos.

TS=((("information system*" OR "information technolog*" OR "information and communication* technolog*" OR "digital technolog*" OR ict OR "technological innovation" OR "internet of things" OR iot OR cloud OR web OR e-business OR e-commerce OR "enterprise resource planning" OR erp OR "material* requirement* planning" OR mrp OR "electronic data interchange" OR edi OR "radio-frequency identification" OR rfid OR "business intelligence" OR software OR "artificial intelligence" OR "big data" OR "industry* 4.0" OR e-procurement OR "cyber physical system*" OR blockchain OR "augmented reality" OR "virtual reality" OR "additive manufacturing" OR robotic* OR "3D print*" OR cybersecurity OR "industrial simulation" OR "warehouse management system" OR "transportation management system") AND ("skill*") AND ("Industrial engineer*" OR "Industrial organization"))

A pesar de la amplitud de la búsqueda, el corpus inicial de 46 documentos se redujo significativamente tras un proceso de selección basado en títulos, resúmenes y contenido, resultando en solo dos estudios que cumplieran con los criterios de inclusión establecidos, uno enfocado en el contexto sudafricano y otro en las instituciones estadounidenses acreditadas por la Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET).

"Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context" publicado en el journal Sudafricano de Ingeniería Industrial, por los autores Samuel Mensah Sackey y Andre Bester de las universidades Kwame Nkrumah University Of Science and Technology y Academic Institute of Excellence, respectivamente (Sackey & Bester, 2016).

"Status Quo of Smart Manufacturing Curricula offered by ABET accredited Industrial Engineering programs in the US" publicado en la revista Manufacturing Letters de septiembre de 2022, por los autores Milica Babica, Anna Billeya, Mike Nagerb, Thorsten Wuesta, de la Universidad de West Virginia (Babica, Billeya, Nagerb, & Wuesta, 2022).

Al comparar ambos estudios, se observa que, a pesar de las diferencias geográficas y contextuales, existen tendencias comunes en cuanto a las competencias requeridas por los ingenieros industriales en la Industria 4.0, tales como el análisis de datos, la simulación, la automatización, internet de las cosas y la integración de sistemas ciberfísicos. Otro punto en común entre ambas investigaciones es la necesidad imperiosa de adaptar los planes de estudio de II para responder a los desafíos y oportunidades de la Industria 4.0. Tanto en Sudáfrica como en Estados Unidos, se observa una brecha entre las competencias requeridas por el mercado laboral y las habilidades impartidas en las universidades.

Ambos artículos, constituyen un punto de partida para una revisión de la literatura existente y permiten identificar las principales tendencias y debates en torno a las competencias profesionales del ingeniero industrial en la era digital, entre las cuales se menciona:

Ciencia de Datos y Análisis Avanzado (Big Data)

- Habilidad para evaluar grandes conjuntos de datos de múltiples fuentes.
- Uso de técnicas de inteligencia artificial y machine learning para el análisis de datos.
- Métodos de análisis de datos y técnicas de visualización de datos.

Simulación Avanzada y Modelado Virtual de Plantas

- Capacidad para utilizar datos en tiempo real para crear modelos virtuales de plantas.
- Optimización de operaciones y toma de decisiones en tiempo real mediante simulación.

Automatización y Redes de Comunicación de Datos

- Conocimientos en la automatización de sistemas y redes de comunicación de datos.
- Controladores lógicos programables (PLC) y sistemas interoperables.

Interfaces Hombre-Máquina Novedosas

- Diseño y optimización de sistemas de realidad aumentada y colaboración humano-robot.
- Uso de tecnologías como la realidad aumentada y virtual para mejorar la interacción hombre máquina.

Tecnologías de Transferencia Digital a Física (Impresión 3D)

- Conocimiento en sistemas de impresión 3D y evaluación de la calidad de salida y capacidad del proceso.
- Aplicación de tecnologías de manufactura aditiva.

Sistemas de Control de Calidad Integrados en Bucle Cerrado

- Gestión de sistemas de control de calidad basados en datos en tiempo real.
- Implementación de sistemas de control de calidad automatizados y adaptativos.

Optimización de Inventarios y Logística en Tiempo Real

- Uso de tecnologías como sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID) para optimizar la logística y el inventario.
- Monitoreo y optimización del consumo de energía en procesos de manufactura.

Conectividad y Control

- Conocimientos en sistemas interoperables y control de dispositivos.
- Integración de sistemas ciberfísicos y el Internet de las Cosas (IIoT).

Particularmente, el artículo "Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context" analiza las competencias necesarias para los ingenieros industriales en la era de la Industria 4.0 y resalta la importancia de actualizar los planes de estudio, pero se enfoca en el impacto de la Industria 4.0 en la Ingeniería Industrial en Sudáfrica.

El artículo "Status Quo of Smart Manufacturing Curricula offered by ABET accredited Industrial Engineering programs in the US" analiza la oferta educativa de manufactura inteligente en programas de Ingeniería Industrial acreditados por ABET e identifica los principales temas cubiertos en los currículos y la proporción de universidades que los ofrecen, pero enfoca la investigación en EEUU.

A nivel regional, se encontraron artículos de México, Chile y Colombia orientados a la Industria 4.0 y su tratamiento en sectores industriales, educación y formación profesional en general. Simplificando la cadena de búsqueda a ((ingeniero industrial) AND (industria 4.0)) AND (competencias), se detectaron tres artículos más específicos:

- “Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0” publicado en la Revista electrónica de investigación educativa, México, por los autores Isidro Jesús González-Hernández y Rafael Granillo-Macías de la Universidad de Quintana Roo (Gonzalez-Hernandez & Granillo-Macías, 2020).
- “Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para Ingeniería Industrial y administrativa en Medellín” publicado en Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, Colombia, por los autores Iván Darío Rojas Arenas y Elizabeth Jiménez Medina de la Universidad Pascual Bravo, Colombia y René Yepes Callejas de la Universidad Pontificia Bolivariana (Rojas-Arenas, Jiménez-Medina, & Yepes-Callejas, 2021)
- “Industria 4.0: retos en la formación universitaria del ingeniero industrial”, publicado en la Revista Ingeniun, Venezuela, por Adolfo José Pérez Perdomo de la Universidad Yacambú (Perez Perdomo, 2023).

Del análisis de estas tres publicaciones, se encontró que todas coinciden en que la educación universitaria superior debe dar un giro en sus metodologías de enseñanza y en los contenidos de sus currículas, adaptándolos a las nuevas tendencias de la Industria 4.0 requeridas en el actual ámbito laboral. También, que los ingenieros industriales deben manejar herramientas tecnológicas como big data, cloud computing, robots colaborativos, realidad virtual y aumentada, impresión 3D e inteligencia artificial.

En el contexto nacional, se buscaron publicaciones de diferentes fuentes que correspondan a grupos de investigación de universidades o instituciones argentinas. Con este fin, se ejecutó la búsqueda en diversas bases de datos como el Repositorio Digital UNC (RDU), el Repositorio Institucional Abierto de la UTN (RIA), el reservorio de publicaciones de Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN (AJEA), ResearchGate, el Sistema Nacional de Repositorios Digitales y SciELO, poniendo como condición que los artículos sean de origen argentino.

En primer lugar, se procedió a utilizar la cadena de búsqueda presentada previamente en la búsqueda internacional, la cual únicamente era admitida en las páginas ResearchGate y SciELO, obteniendo “sin resultados” en ambas. Los repositorios nacionales como: Repositorio Digital UNC (RDU), Repositorio Institucional Abierto de la UTN (RIA), Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN (AJEA) y el Sistema Nacional de Repositorios Digitales, permiten las búsquedas a través de filtros, por lo que se utilizó “Ingeniería Industrial” (o “Ingeniero Industrial”), “Competencias” (o “Habilidades”) e “Industria 4.0” (o “Digitalización” o “Transformación Digital”), encontrando tres artículos relacionados con la Industria 4.0 y solo uno integrando con la II.

Los artículos encontrados vinculan la Industria 4.0 y la formación de ingenieros en general, más enfocados en la utilización de herramientas y el diseño e implementación de estrategias de enseñanza y aprendizaje en alguna materia en particular o de un rubro específico de la industria, (Cabaña, 2019) (Haustein & Doria, 2022) (Trigueros, Compagnoni, Toro, & Gómez, 2020). Solo uno hace referencia a la articulación entre las nuevas tecnologías y la II, donde se plantean habilidades vinculadas con inteligencia artificial, impresión 3D, computación en la nube, sensores inteligentes, internet de las cosas y realidad aumentada (Gómez, 2023)

Por último, en el contexto local, se realizó el análisis de los programas de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo. En función de lo identificado previamente en los planos

internacional, regional y nacional como competencias necesarias, se planteó la revisión de los programas de las materias de la carrera de II para evaluar cuánto se ajustan a las nuevas tendencias a partir de la referencia bibliográfica propuesta. De esta manera, buscando detectar contenidos de Industria 4.0 en la bibliografía y la antigüedad de la misma, se utilizó la propuesta metodológica planteada por García Milián (García Milián, y otros, 2015).

Para ello, se llevó a cabo el análisis de la bibliografía de 22 asignaturas de los años más avanzados. En primera instancia, se observa a nivel general que esta no se encuentra actualizada. La mayoría corresponde a ediciones comprendidas entre los años 1990 y 2014, prácticamente sin existencia de material vinculado a Industria 4.0 o conceptos relacionados. Dentro de las asignaturas analizadas, cuatro corresponden al bloque de tecnologías básicas, 16 al bloque de tecnologías aplicadas y dos al bloque de tecnologías complementarias. En el primer bloque, únicamente la materia "Organizaciones e Industrias" contiene dos libros relacionados a conceptos de Industria 4.0, siendo uno de ellos del año 2016. Respecto al bloque de tecnologías aplicadas, la mayoría de las materias no cuentan con bibliografía relacionada con la Industria 4.0, siendo las únicas que sí lo hacen Mercadotecnia, que incluye un libro que habla sobre el marketing 4.0, Costos Industriales, con material sobre la utilización de Excel para la confección de presupuestos y Gestión de Servicios, con un libro relacionado con datos digitales, sin embargo, con fecha de edición del año 2001. Dentro del último bloque, se encuentra la asignatura "Innovación Tecnológica en Ingeniería Industrial", la cual cuenta con bibliografía diversa y actualizada sobre Industria 4.0, destacándose como la única en hacerlo.

A partir de lo anterior puede inferirse que la formación de los actuales estudiantes en conceptos de la era digital es mínima, contando con escaso contenido y pocas horas de tratamiento del tema.

Fase 5 y 6: Elaboración de hipótesis, definición de variables y desarrollo del diseño de investigación

Los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado, sobre el cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan solo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018), como es este caso. Los estudios exploratorios tienen la característica de no necesitar el planteamiento de una hipótesis debido a su naturaleza.

Debido a que no se realizan manipulaciones de las variables que influyen en la investigación, y se limitará a observar la utilización de las tecnologías de la industria 4.0 en los entornos profesionales de los Ingenieros Industriales egresados de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo, y la formación recibida en dicha institución, se puede afirmar que se realizará una investigación no experimental transversal (los datos a analizar son recogidos en un momento determinado y no a lo largo del tiempo, con el fin de estudiar el estado de una o más poblaciones).

El diseño transversal-exploratorio es el plan o estrategia para responder a la pregunta problema, incluye actividades tendientes a encontrar respuesta a la pregunta de investigación. Al haber definido un diseño no-experimental transversal recolectamos datos en un solo momento en un tiempo único. Al ser exploratorio comenzamos a conocer el fenómeno.

En primer lugar, para poder analizar cuáles tecnologías de la industria 4.0 son utilizadas por los profesionales graduados de Ingeniería Industrial, es necesario listar aquellas sobre las que se los consultará.

Combinando las que surgen de la contextualización, planteadas por Basco, y aquellas señaladas en los dos artículos internacionales, a continuación de enumeran y se describe brevemente el posible uso de ellas:

- Big Data y Análisis Avanzado: evaluación y análisis de grandes conjuntos de datos, uso de inteligencia artificial y machine learning.
- Simulación y Modelado Virtual: creación de modelos virtuales de plantas y optimización de operaciones en tiempo real.
- Automatización y Control: automatización de sistemas y redes de comunicación, uso de PLC y sistemas interoperables.
- Impresión 3D: conocimiento y aplicación de tecnologías de manufactura aditiva.
- Control de Calidad en Tiempo Real: gestión de sistemas de control de calidad automatizados.
- Optimización de Inventarios y Logística: uso de RFID y monitoreo del consumo de energía.
- Conectividad y IoT: integración de sistemas ciberfísicos y el Internet de las Cosas.
- Sistemas de Integración de Información: integración de datos y sistemas para mejorar la eficiencia.
- Máquinas y Sistemas Autónomos: uso de robots y sistemas autónomos, y colaboración humano robot.
- Computación en la Nube: uso de servicios en la nube para almacenamiento y procesamiento de datos.
- Inteligencia Artificial: implementación de algoritmos de IA para mejorar procesos.
- Ciberseguridad: medidas de seguridad para proteger datos y sistemas.
- Realidad Aumentada: uso de tecnologías de realidad aumentada para capacitación y operación.

Una vez definidas las tecnologías, se han agrupado para su análisis, conformándose 9 grupos:

- Big Data y Análisis Avanzado de Datos
- Simulación, realidad aumentada y/o Gemelos Digitales
- Fabricación Aditiva e Impresión 3D
- Cloud Computing
- Conectividad e IoT
- Ciberseguridad
- Máquinas o Sistemas Autónomos y Vehículos no Tripulados
- Inteligencia Artificial y Automatismos
- Integración de Información

A partir de ello, considerando que se requiere establecer el grado de utilización de cada una de ellas en la vida profesional de la población indicada, mediante preguntas directas de frecuencia de uso. Para ello, los autores definen un conjunto de variables ordinales en función del tiempo que los encuestados utilizan alguna de las tecnologías mencionadas en su labor diaria. Una vez recolectada esta información, se contrasta con el contenido académico brindado en la carrera. Las encuestas tienen por objetivo medir el promedio de la frecuencia de uso de las tecnologías de la Industria 4.0, mediante cinco categorías definidas como:

- Diaria (al menos una vez al día)
- Semanal (al menos una vez a la semana)
- Mensual (al menos una vez al mes)
- Anual (al menos una vez al año)
- Nunca

Esta pregunta se repite para cada una de las tecnologías mencionadas con anterioridad, siendo complementada con otras variables que permiten analizar en profundidad la muestra censada, como, por ejemplo, edad, género, tamaño de la empresa donde trabajan, rubro, área donde desempeñan su actividad dentro de la empresa, etc.

Fases 7 y 8: Definición y selección de la muestra y Recolección de los datos

La muestra que se utilizará está constituida por egresados de la carrera en los últimos cinco años, desde el año 2016 a 2025, ambos inclusive. Los datos son obtenidos de la Carrera de Ingeniería Industrial de la unidad académica donde se desarrolla el trabajo.

Para ello, se utilizará la fórmula de cálculo de muestras para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N^2 z^2 q}{e^2 (N-1) + z^2 p q} \quad (1)$$

Considerando que los registros indican 450 egresados durante el periodo de tiempo mencionado, con un error del 5%, el tamaño de la muestra mínima era de 121 graduados.

En caso de no alcanzar una participación de esa cantidad de personas, es posible realizar el mismo cálculo, con un criterio más pesimista, disminuyendo los niveles de confianza, y teniendo en cuenta los mismos parámetros antes mencionados.

Tabla 1 Ejemplo de Tabla insertada en el Texto.

Nivel de confianza (%)	Muestra Mínima
80	121
85	143
90	170
95	208

Para llevar a cabo la recolección de los datos se utilizará la herramienta “Google Forms” que permite construir y adaptar las encuestas en función de la necesidad del estudio y se puede vincular a hojas de cálculo de manera simple y sencilla para llevar a cabo un análisis de estadística descriptiva.

Fases 9 y 10: Análisis de los datos obtenidos y Elaboración de reporte de resultados.

No se desarrolla en este trabajo ya que se encuentra en proceso de análisis, para la presentación en un artículo posterior.

5. CONCLUSIONES

La revisión de la literatura pone de manifiesto la importancia de las nuevas tecnologías y la necesidad de desarrollar habilidades acordes. A la vez, respecto al objeto de estudio, es decir, la vinculación con las competencias de los ingenieros industriales específicamente, se detectó escaso material, tanto a nivel internacional como nacional. A pesar de ello y las diferencias contextuales, estas investigaciones ponen de relieve la necesidad de adaptar los planes de estudio y las metodologías de enseñanza, también desafíos comunes como la falta de recursos y la importancia de fomentar una cultura de aprendizaje continuo. Además, el análisis de la bibliografía del plan de estudios del contexto local reveló contar con escaso contenido relacionado. En una primera instancia, a partir de lo presentado en este trabajo se puede suponer que hoy existe una brecha significativa entre las competencias requeridas por la industria y las que se imparten en las aulas.

Por otro lado, respecto a las nuevas tecnologías, estrictamente hablando, es necesario también resaltar la dinámica cambiante de las mismas, dentro de la denominada cuarta revolución industrial. Es por esta razón que, para el análisis llevado a cabo en este documento, se hayan valorado únicamente aquellas que actualmente se encuentran en una etapa de gran expansión, dejando de lado aquellas que, si bien no han tomado gran relevancia dentro del campo, parecen ser prometedoras en un futuro cercano, como los gemelos digitales o los vehículos no tripulados.

Para finalizar, se establecieron las tecnologías más relevantes para consultar en la encuesta, sus definiciones y la operatividad de la herramienta, fases 5, 6, 7 y 8. En este momento, el relevamiento diseñado se encuentra en etapa de procesamiento y análisis de resultados, cuya presentación será objeto de un artículo posterior. Se espera que esta instancia empírica permita contrastar de manera objetiva las competencias efectivamente adquiridas por los graduados con las demandas actuales del mercado laboral, aportando evidencia concreta para orientar tanto la actualización curricular como las estrategias de vinculación con el sector productivo. De este modo, la investigación busca generar insumos valiosos para la toma de decisiones académicas e institucionales, y contribuir a la formación de profesionales capaces de liderar los desafíos de la transformación digital en la industria.

6. REFERENCIAS

- Albrieu, R., Basco, A., Brest López, C., De Azevedo, B., Peirano, F., Rapetti, M., & Vienni, G. (2019). Travesía 4.0. Hacia la Transformación Industrial Argentina. Argentina: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Alles, M. (2019). Desarrollo del talento humano. Buenos Aires: Granica.
- Babica, M., Billea, A., Nagerb, M., & Wuesta, T. (2022). Status Quo os Smart Manufacturing Curricula offered by ABET accredited Industrial Engineering programs in the US. *Manufacturing Letters*, 944-951.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el Futuro*. Argentina: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cabaña, A. G. (2019). *Industria 4.0: Competencias en carreras de ingeniería*.
- Cocci Olea, N., Ciuffolini, L., Deschutter, N., & Gómez, M. (2023). Competencias de gestión estratégica en estudiantes de Ingeniería Industrial. En A. Neuenfeldt Júnior, Report, Anais XXI SEPROSUL. Technical. Santa María: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) Brasil.
- Deschutter, N., Ciuffolini, L., Cocci Olea, N., Gómez, M., & Rigazio, R. (2021). La Vinculación Universidad, Empresa Y Estado, Como Marco Para El Desarrollo De Competencias Profesionales. En L. Fernández Luco, *Actas Congreso Argentino y Latinoamericano de Ingeniería 2021: CADI CLADI CAEDI 2021*. Buenos Aires: CADI CLADI CAEDI 2021.
- García Milián, A., Alonso Carbone, L., López Puig, P., Leon Cabrera, P., Segredo Perez, A., & Calvo Barbado, D. (2015). Propuesta metodológica para el análisis crítico a un programa de estudio. En *Educación Medica Superior*, 29.
- Gomez, M. (2022). El conocimiento organizacional como base del desarrollo productivo. XV Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y Afines. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Gómez, M. (2023). Competencias de los ingenieros industriales en la era de la transformación digital. En F. R. San Nicolás UTN, Libro de resúmenes del XVI Congreso Internacional de Ingeniería Industrial – COINI 2023. (pág. 140). San Nicolás: AJEA (Actas De Jornadas Y Eventos Académicos De UTN), (AJEA 30).
- Gonzalez-Hernandez, I., & Granillo-Macías, R. (2020). Competencias del Ingeniero Industrial en la Industria 4.0. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22.
- Haustein, M., & Doria, M. F. (2022). Formación de los ingenieros 4.0 en las cátedras de Ingeniería de Software I, II y III. JAIIO.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. McGraw-Hill.
- Hirs-Garzón, J., & Vargas, F. (2023). Prioridades para la digitalización empresarial en América Latina y el Caribe. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Lee, J., & Lee, B. (2015). Industry 4.0 and smart factories: Key technologies and trends. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, 303-310.
- Nieponice, G., Rivera, R., Tfelti, A., & Drewanz. (2018). Acelerando el desarrollo de la Industria 4.0 en Argentina. The Boston Consulting Group.
- Perez-Perdomo, A. (2023). Industria 4.0: retos en la formación universitaria del ingeniero industrial. *Revista Ingenium*.
- Rifkin, J. (2014). The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism. Palgrave Macmillan.
- Apellido1, Inicial1.; Apellido2, Inicial2.; Apellido3, Inicial3.; Apellido4, Inicial4.
- Rojas-Arenas, I., Jiménez-Medina, E., & Yepes-Callejas, R. (2021). Competencias profesionales e Industria 4.0: análisis exploratorio para ingeniería industrial y administrativa en Medellín. *Revista Interamericana de Investigación, educación y Pedagogía*, V14, n.2.
- Sackey, S., & Bester, A. (2016). Industrial Engineering Curriculum in Industry 4.0 in a South African Context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 101-114.
- Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business. Trigueros, E., Compagnoni, M., Toro, L., & Gómez, S. (2020). Formación de competencias de la Industria 4.0 en estudiantes de primer año de ingeniería. XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, (págs. 113-122).
- World Economic Forum. (2023). Future of Jobs. Ginebra: World Economic Forum.

De la formación a la transformación: impacto de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación en las trayectorias profesionales y los entornos de intervención

D'Onofrio, María Victoria

fi.vicky@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Fecha de recepción RIII: 08/02/2026

Fecha de aprobación RIII: 12/07/2026

RESUMEN

La Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTec) constituye una disciplina clave para fortalecer la competitividad y promover procesos de innovación en organizaciones y territorios. Sin embargo, persiste el desafío de transferir efectivamente el conocimiento adquirido en los programas de formación hacia la práctica profesional. El presente trabajo analiza doce trabajos finales desarrollados en el marco de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Mar del Plata, con el propósito de identificar las formas en que los marcos conceptuales y las herramientas de la disciplina son apropiados y aplicados en contextos laborales diversos. A partir del análisis comparativo de los casos, se reconocen cuatro dimensiones de actuación del gestor tecnológico: el desarrollo de capacidades y capital humano, la transformación organizacional, la creación de valor y la articulación de ecosistemas de innovación. Los resultados muestran que los trabajos finales se encuentran estrechamente vinculados con las trayectorias profesionales de los graduados y evidencian cómo la formación especializada favorece la resignificación de las prácticas laborales y el diseño de intervenciones orientadas a modificar organizaciones y entornos. Se concluye que la formación en GTec posee una capacidad transformadora que trasciende la adquisición de competencias individuales y contribuye al fortalecimiento de las capacidades organizacionales y de los sistemas regionales de innovación.

Palabras Claves: gestión de la tecnología; innovación; transferencia de conocimiento; trayectorias profesionales; ecosistemas de innovación

From Training to Transformation: The Impact of the Specialization Program in Technology and Innovation Management on Professional Trajectories and Intervention Contexts

ABSTRACT

Technology and Innovation Management (TIM) plays a key role in strengthening competitiveness and fostering innovation processes within organizations and territories. However, the effective transfer of knowledge acquired through training programs into professional practice remains a challenge. This paper analyzes twelve final projects developed within the Specialization Program in Technology and Innovation Management at the National University of Mar del Plata. The aim is to identify how the conceptual frameworks and tools of the discipline are appropriated and applied in diverse professional contexts. Through a comparative analysis, four dimensions of action are identified: capacity and human capital development, organizational transformation, value creation, and the articulation of innovation ecosystems. The findings show that the final projects are closely linked to the graduates' professional trajectories and demonstrate how specialized training promotes the reinterpretation of work practices and the design of interventions aimed at transforming organizations and their environments. The study concludes that TIM education has a transformative capacity that goes beyond the acquisition of individual skills and contributes to strengthening organizational capabilities and regional innovation systems.

Keywords: technology management; innovation; knowledge transfer; professional trajectories; innovation ecosystems.

Da Formação à Transformação: Impacto da Especialização em Gestão da Tecnologia e da Inovação nas Trajetórias Profissionais e nos Contextos de Intervenção

RESUMO

A Gestão da Tecnologia e da Inovação (GTec) constitui uma disciplina fundamental para fortalecer a competitividade e promover processos de inovação em organizações e territórios. No entanto, persiste o desafio de transferir efetivamente para a prática profissional os conhecimentos adquiridos nos programas de formação. Este trabalho analisa doze trabalhos finais desenvolvidos no âmbito da Especialização em Gestão da Tecnologia e da Inovação da Universidade Nacional de Mar del Plata, com o objetivo de identificar as formas pelas quais os referenciais conceituais e as ferramentas da disciplina são apropriados e aplicados em diferentes contextos de trabalho. A partir da análise comparativa dos casos, foram identificadas quatro dimensões de atuação do gestor tecnológico: o desenvolvimento de capacidades e capital humano, a transformação organizacional, a criação de valor e a articulação de ecossistemas de inovação. Os resultados mostram que os trabalhos finais estão estreitamente relacionados às trajetórias profissionais dos egressos e evidenciam como a formação especializada favorece a resignificação das práticas de trabalho e o desenho de intervenções voltadas para a transformação das organizações e de seus ambientes. Conclui-se que a formação em GTec possui uma capacidade transformadora que ultrapassa a aquisição de competências individuais e contribui para o fortalecimento das capacidades organizacionais e dos sistemas regionais de inovação.

Palavras chave: gestão da tecnologia; inovação; transferência de conhecimento; trajetórias profissionais; ecossistemas de inovação.

1. INTRODUCCIÓN

En la economía global del siglo XXI, la innovación tecnológica ha trascendido su rol de mera ventaja operativa para convertirse en un imperativo estratégico para la supervivencia organizacional. El ritmo acelerado de la transformación digital y la intensidad de la competencia obligan a las empresas a gestionar su base tecnológica y su capacidad innovadora de manera disciplinada y metodológica. Autores fundamentales como Michael E. Porter (2009) han argumentado que la ventaja competitiva sostenible no se logra únicamente a través de la superioridad tecnológica per se, sino mediante la estrategia con la que dicha tecnología es aplicada, organizada y gestionada. Esta gestión eficiente y deliberada constituye la esencia de la Gestión de la Tecnología y la Innovación (GTec), la cual, según Jorge Robledo-Velásquez (2017), se enfoca en movilizar los recursos de conocimiento, capital humano e infraestructura para generar un valor diferencial en el mercado.

A pesar del reconocimiento de esta necesidad, existe una brecha persistente en el ámbito empresarial: la dificultad de transferir el conocimiento formal (adquirido en programas de especialización como GTec) a la práctica laboral cotidiana para resolver problemas reales. Las organizaciones a menudo se enfrentan a desafíos complejos como la gestión de grandes migraciones tecnológicas, la sistematización del conocimiento tácito o la creación de nuevos ecosistemas de emprendimiento sin contar con un marco conceptual robusto para orientar la acción.

En el año 2008 el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina creó el Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos con el objetivo de formar una masa crítica de especialistas capaces de facilitar la interacción entre el sector académico y el socioproductivo. Su propósito fundamental era promover la innovación y la competitividad, especialmente en las pequeñas y medianas empresas (PYMES), actuando como un puente para la apropiación social y productiva de los conocimientos científicos.

Para su implementación, las Universidades Nacionales (UUNN) se organizaron en consorcios asociativos regionales, agrupando a 37 instituciones educativas públicas bajo la coordinación de siete universidades. La Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) formó parte del Programa Buenos Aires, coordinado por la Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF), integrado por 9 UUNN (Álvarez et al, 2022).

A través de estos consorcios, se impulsó la creación de carreras de especialización en vinculación científico-tecnológica, diseñadas con un fuerte anclaje territorial para responder a las necesidades específicas de cada región. En este marco en el año 2009 en la UNMDP se creó la carrera de Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación que tuvo su primera cohorte en el año 2013. La carrera contó con 23 inscriptos de los cuales 12 obtuvieron su título (Amestoy y Winkel, 2023). Una nueva cohorte comenzó a cursar en el año 2021, con 16 inscriptos y el resultado de 12 graduados.

No obstante, la efectividad de estos especialistas no solo reside en su formación académica, sino en su capacidad para implementar soluciones concretas en el sector productivo. Por ello, el presente artículo aborda esta brecha mediante la validación del conocimiento de GTec en un entorno real. Su objetivo central es analizar y validar la aplicación sistemática de los modelos y herramientas de gestión e innovación tecnológica para solucionar problemas en contextos laborales diversos.

Se postula que la aplicación de marcos de GTec, tales como ciclos de gestión tecnológica, dimensiones de la intervención y herramientas, entre otros, que convierten un problema operativo en un caso de estudio riguroso, demostrando que el conocimiento especializado es un factor crítico de éxito para la madurez organizacional.

El resultado de esta intervención práctica constituye el cuerpo central del artículo, ofreciendo evidencia empírica de la capacidad de la GTec para generar valor tangible y mejorar la competitividad de las organizaciones.

2. ESTRATEGIAS DE GESTIÓN TECNOLÓGICA E INNOVACIÓN: ANÁLISIS DE PROYECTOS FINALES Y SU APLICACIÓN EN ESCENARIOS REALES.

La Gestión de la Tecnología y la Innovación adquiere su verdadero alcance cuando los marcos conceptuales y las herramientas metodológicas son aplicados a problemas concretos de las organizaciones y los territorios. En este sentido, los trabajos finales desarrollados en el marco de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación constituyen una evidencia empírica de la capacidad de la disciplina para transformar conocimientos teóricos en soluciones orientadas a la generación de valor económico y social.

Lejos de representar experiencias aisladas, los casos analizados permiten identificar patrones de intervención comunes que ponen de manifiesto la diversidad y complejidad de la práctica profesional del gestor tecnológico. En función de los desafíos abordados y de las estrategias implementadas, es posible reconocer cuatro grandes dimensiones de actuación: el desarrollo de capacidades y capital humano; la transformación y el diseño organizacional; la formulación de estrategias orientadas a la creación de valor; y la articulación y construcción de ecosistemas de innovación. Estas funciones no constituyen categorías excluyentes, sino que se complementan y superponen, reflejando el carácter sistémico e interdisciplinario de la Gestión de la Tecnología y la Innovación.

La organización de los casos bajo estas dimensiones permite trascender la descripción individual de cada experiencia para destacar los aportes comunes de la formación GTec a la práctica profesional. De este modo, los proyectos finales no solo evidencian la aplicabilidad de los conceptos y herramientas adquiridos durante la especialización, sino que muestran cómo el gestor tecnológico actúa como un agente capaz de articular actores, impulsar procesos de cambio, fortalecer capacidades organizacionales y orientar estratégicamente la innovación en contextos sectoriales diversos.

Un rasgo distintivo de los trabajos analizados es su estrecha vinculación con los contextos de desempeño de los graduados. Lejos de constituir ejercicios académicos descontextualizados, las tesis se construyen a partir de problemas, experiencias y oportunidades identificadas en los ámbitos laborales e institucionales de los autores. De este modo, el proceso formativo favorece una dinámica de reflexión sobre la propia práctica, en la que el conocimiento adquirido es apropiado y resignificado para diseñar intervenciones orientadas a transformar las organizaciones y los entornos en los que los graduados desarrollan su actividad.

El gestor como desarrollador de capacidades y capital humano

Una tercera dimensión que emerge de los trabajos finales corresponde a la función del gestor tecnológico como promotor del desarrollo de capacidades y del fortalecimiento del capital humano. Desde esta perspectiva, la innovación no depende exclusivamente de la disponibilidad de recursos tecnológicos o financieros, sino también de las competencias, las condiciones institucionales y las capacidades de absorción que permiten transformar el conocimiento en resultados sostenibles. Los casos comprendidos en esta categoría evidencian que la construcción de capacidades constituye un componente esencial para la consolidación de los sistemas de innovación y para el fortalecimiento de las organizaciones.

En esta línea, el trabajo sobre **Indicadores de Ciencia y Género en la carrera del Personal de Apoyo de CONICET, Pastor (2023)** pone de relieve la importancia estratégica del capital humano dentro del sistema científico-tecnológico. A través del análisis de las trayectorias del Personal de Apoyo del CONICET, la autora identifica desigualdades de género que afectan las oportunidades de desarrollo profesional y propone la utilización de indicadores como herramientas para la formulación de políticas más equitativas. El estudio evidencia que la sostenibilidad de los procesos de innovación requiere garantizar condiciones institucionales que permitan aprovechar plenamente las capacidades técnicas disponibles.

Por otra parte, **Serruya (2025)** aborda las competencias emprendedoras de los estudiantes universitarios de informática en Mar del Plata, identificando una brecha entre la elevada formación técnica y las capacidades necesarias para transformar el conocimiento en emprendimientos innovadores. A partir de un relevamiento realizado en distintas instituciones de educación superior, la autora destaca la relevancia de competencias como la planificación, la persistencia y la autoconfianza, proponiendo la incorporación de herramientas orientadas al desarrollo de habilidades emprendedoras dentro de la formación universitaria. De este modo, el estudio subraya que el capital humano constituye un factor crítico para la consolidación del ecosistema tecnológico regional.

Asimismo, **Catalini (2025)** aporta una mirada complementaria a través de la sistematización de experiencias en empresas del Parque Industrial Mar del Plata-Batán. El trabajo identifica que muchas pequeñas y medianas empresas presentan limitaciones vinculadas a su capacidad de absorción y a la falta de estructuras institucionales consolidadas, lo que dificulta la apropiación de los beneficios derivados de los programas de fortalecimiento. En este contexto, la autora destaca la importancia del acompañamiento técnico y de la articulación entre actores para favorecer procesos de aprendizaje y generar capacidades organizacionales duraderas.

La construcción de capacidades constituye una dimensión esencial de la Gestión de la Tecnología y la Innovación, en tanto los procesos de innovación dependen no solo de la disponibilidad de recursos tecnológicos, sino también de las competencias, las capacidades de absorción y las condiciones institucionales que posibilitan su apropiación y aprovechamiento. Desde esta perspectiva, el gestor tecnológico desempeña un papel central en la formación, fortalecimiento y movilización del capital humano y organizacional, contribuyendo a generar las bases sobre las cuales se sustentan la competitividad, la resiliencia y la capacidad de aprendizaje de las organizaciones y de los sistemas de innovación.

El gestor como diseñador y transformador organizacional

Una segunda dimensión identificada en los trabajos analizados corresponde al papel del gestor tecnológico como impulsor de procesos de transformación organizacional. En estos casos, la innovación no se concentra únicamente en la incorporación de nuevas tecnologías, sino en la revisión y rediseño de estructuras, procesos y prácticas de gestión. La actuación del gestor se orienta a facilitar la adaptación de las organizaciones a entornos cambiantes, promoviendo cambios culturales, la sistematización de actividades y la profesionalización de la gestión.

En este sentido, **Beuk (2023)** aborda el desafío de la migración tecnológica en un banco digital desde una perspectiva integral. El trabajo trasciende el análisis puramente técnico de la transición hacia arquitecturas de microservicios y pone de relieve la necesidad de gestionar simultáneamente los riesgos, la continuidad operativa y los cambios en las formas de trabajo. La adopción de metodologías ágiles y la

alineación entre las capacidades tecnológicas y los objetivos del negocio muestran cómo la transformación digital implica también una transformación organizacional y cultural.

Por su parte, **Cano (2024)** aplica conceptos de gestión tecnológica a un ámbito tradicionalmente alejado de estas prácticas: los estudios jurídicos. A partir de la teoría de Nonaka y Takeuchi, la autora identifica las limitaciones asociadas a la gestión tácita del conocimiento y propone su sistematización mediante procesos estandarizados y estructuras modulares. La iniciativa busca superar un modelo de trabajo basado en la experiencia individual para avanzar hacia una organización capaz de preservar y reutilizar sus activos intelectuales, evidenciando el potencial de la innovación organizacional en el sector de los servicios profesionales.

En una línea similar, **Dimarco (2024)** analiza una organización de servicios de salud desde la perspectiva de la innovación organizacional. Mediante la adaptación de herramientas de Lean Manufacturing, el estudio identifica ineficiencias asociadas a la fragmentación de procesos y propone una transición hacia un modelo de gestión basado en procesos interconectados. El trabajo destaca que la incorporación de tecnologías digitales solo puede generar resultados sostenibles cuando se acompaña de cambios en la cultura organizacional y en las formas de coordinación interna.

Asimismo, el trabajo de **Pastor (2023)** incorpora una dimensión menos visible de la transformación organizacional, vinculada con las condiciones institucionales que afectan la gestión del capital humano. A través del análisis de indicadores y estadísticas, la autora pone en evidencia las desigualdades de género presentes en las trayectorias profesionales del Personal de Apoyo y plantea la necesidad de desarrollar herramientas que permitan diseñar políticas más equitativas y eficientes. En este caso, la transformación organizacional se expresa en la capacidad de revisar críticamente las estructuras internas de los organismos científicos y promover entornos más inclusivos y sostenibles.

La transformación organizacional constituye una dimensión inherente a la Gestión de la Tecnología y la Innovación, en la medida en que los procesos de innovación involucran no solo la incorporación de nuevas tecnologías, sino también la reconfiguración de estructuras, prácticas y formas de trabajo. Desde esta perspectiva, el gestor tecnológico asume un papel que trasciende los aspectos estrictamente técnicos, actuando como facilitador de procesos de cambio capaces de incidir sobre las dimensiones culturales, organizacionales e institucionales que condicionan la capacidad de las organizaciones para adaptarse, aprender y sostener su competitividad.

El gestor como estrategia para la creación de valor

Una cuarta dimensión identificada en los trabajos analizados corresponde al rol del gestor tecnológico como estrategia orientado a la creación de valor. En estos casos, la práctica profesional se caracteriza por la capacidad de identificar oportunidades, gestionar la incertidumbre y transformar conocimientos y recursos en ventajas competitivas sostenibles. La innovación aparece así vinculada a la formulación de estrategias que permitan generar impactos económicos, sociales o territoriales, mediante la articulación entre capacidades tecnológicas y objetivos organizacionales.

En este sentido, **Basso (2025)** analiza el desarrollo de biomateriales para la reconexión neuronal desde una perspectiva estratégica orientada a la valorización de resultados científicos. El trabajo identifica un nicho de mercado sin oferta nacional y plantea alternativas de transferencia que permitan incrementar el nivel de madurez tecnológica del desarrollo. La evaluación de las restricciones regulatorias, las fuentes de financiamiento y las distintas modalidades de comercialización evidencia una visión estratégica destinada a maximizar las posibilidades de inserción de la tecnología en el mercado.

Por su parte, **Beuk (2023)** aborda la migración tecnológica en un banco digital como una respuesta a las exigencias de competitividad del sector financiero. El análisis de la transición desde arquitecturas tradicionales hacia modelos basados en microservicios y APIs se encuentra estrechamente vinculado con la necesidad de mejorar la escalabilidad, reducir los tiempos de respuesta y fortalecer la posición competitiva de la organización. De este modo, la gestión tecnológica aparece asociada a la construcción de ventajas estratégicas en un entorno de transformación digital acelerada.

Asimismo, el caso estudiado por **Caprile (2025)** muestra cómo la creación de la empresa de base tecnológica Unibaio requiere una gestión activa de los procesos de escalamiento, financiamiento e internacionalización. La autora destaca la importancia de acompañar el tránsito desde los resultados de investigación hacia la generación de soluciones con impacto económico, social y ambiental, subrayando la necesidad de armonizar los tiempos propios de la investigación científica con las exigencias del mercado. La creación de valor se expresa aquí tanto en términos económicos como en la capacidad de aportar soluciones sostenibles a problemáticas vinculadas con la producción agropecuaria.

En una línea similar, **Dimarco (2024)** analiza la innovación organizacional en una institución de salud desde la perspectiva de la creación de valor para el usuario. La propuesta de rediseño de procesos y la incorporación de herramientas de mejora continua persiguen no solo incrementos en la eficiencia operativa, sino también una mejora en la calidad de la atención y en la sostenibilidad institucional. El estudio pone de manifiesto que la generación de valor en las organizaciones de servicios depende de la capacidad para integrar tecnología, procesos y recursos humanos en torno a objetivos estratégicos comunes.

Finalmente, **Toffetti (2024)** presenta un caso en el que la gestión tecnológica permite convertir restricciones ambientales en oportunidades de diferenciación. El desarrollo de un viñedo en la Patagonia austral se sustenta en la incorporación de tecnologías destinadas a mitigar los efectos de las heladas y en la valorización de recursos locales, configurando una estrategia que combina producción vitivinícola, identidad territorial y desarrollo turístico. La propuesta evidencia cómo la innovación puede transformarse en una fuente de ventajas competitivas y de generación de valor para el territorio.

La creación de valor constituye una de las expresiones más visibles de la intervención del gestor tecnológico. Lejos de limitarse a la incorporación de nuevas tecnologías, la innovación adquiere sentido en la medida en que es capaz de traducirse en ventajas sostenibles y en respuestas efectivas a desafíos organizacionales y territoriales. Así, la práctica de la GTec se configura como un ejercicio estratégico que busca orientar el conocimiento y las capacidades disponibles hacia la generación de impactos económicos y sociales de largo plazo.

El gestor como articulador y constructor de ecosistemas de innovación

Una primera dimensión que emerge del análisis de los trabajos finales corresponde al papel del gestor tecnológico como articulador de actores y constructor de ecosistemas de innovación. En estos casos, la generación de valor no depende exclusivamente del desarrollo tecnológico en sí mismo, sino de la capacidad para establecer vínculos entre instituciones científicas, empresas, organismos públicos y otros actores relevantes. La práctica profesional del gestor se orienta así a facilitar procesos de transferencia, coordinar intereses diversos y crear condiciones que favorezcan la circulación y apropiación del conocimiento.

En esta línea, el trabajo de **Basso (2025)** analiza las estrategias de transferencia asociadas al desarrollo de biomateriales para la reconexión neuronal en el INTEMA. A partir de marcos como el Triángulo de Sábato, la Triple Hélice y el Hexágono de Otheguy, el estudio pone de manifiesto que la articulación entre

actores científicos, regulatorios y empresariales constituye un elemento central para la valorización del conocimiento y para la definición de estrategias de financiamiento y escalamiento tecnológico.

Asimismo, **Bergonzi (2025)** aborda la problemática de la vinculación y transferencia tecnológica en la Universidad Nacional de Mar del Plata. La propuesta de rediseño de la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) busca superar la fragmentación institucional existente y fortalecer la interacción entre la universidad y el sector productivo, destacando la necesidad de contar con estructuras profesionalizadas capaces de actuar como interfaz entre ambos ámbitos.

De manera similar, **Bounoure (2023)** propone la creación de una Plataforma Tecnológica para el INTEMA-CONICET como mecanismo para fortalecer la interacción entre las capacidades científicas del instituto y las demandas del sector productivo. La iniciativa contempla tanto la visibilización de la oferta tecnológica como el diseño de un espacio orientado a la incubación de empresas de base tecnológica, evidenciando la importancia de generar ámbitos de cooperación y coordinación entre múltiples actores.

El caso analizado por **Caprile (2025)** muestra cómo la creación y consolidación de la startup Unibaio depende de la convergencia entre universidad, sector privado y organismos de promoción. La autora destaca el papel de la vinculación tecnológica y del acompañamiento institucional en la superación de las distintas etapas de maduración de la empresa, subrayando la relevancia de las alianzas y de los instrumentos de financiamiento para transformar resultados de investigación en soluciones con impacto económico y ambiental.

Desde una perspectiva institucional, **Fernández (2025)** propone la implementación de una incubadora de empresas en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata. El estudio concibe a la incubadora como un espacio de articulación entre la universidad, las cámaras empresariales y el Estado, orientado a promover la creación de empresas de base tecnológica y a fortalecer el desarrollo regional.

Por su parte, **Catalini (2025)** sistematiza la experiencia de implementación de un programa de fortalecimiento institucional en empresas del Parque Industrial Mar del Plata-Batán. El trabajo identifica que la efectividad de las intervenciones depende de la coordinación entre organismos públicos, cámaras empresariales y universidades, así como de la capacidad del gestor para acompañar a las PyMEs en el acceso a programas de apoyo y financiamiento.

Finalmente, el estudio desarrollado por **Toffetti (2024)** muestra cómo la gestión tecnológica puede actuar como un puente entre las condiciones territoriales y las soluciones técnicas. La propuesta para el desarrollo de un viñedo en la Patagonia austral articula recursos naturales locales, tecnologías de protección contra heladas y estrategias de integración con la actividad turística regional, evidenciando la importancia de adaptar las capacidades tecnológicas a las particularidades del entorno.

Más allá de las particularidades de cada caso, la articulación entre actores aparece como una condición necesaria para la generación y circulación del conocimiento. En este sentido, la práctica del gestor tecnológico trasciende los límites organizacionales y adquiere una dimensión sistémica, en la medida en que contribuye a crear las condiciones que hacen posible la transferencia, el aprendizaje colectivo y la consolidación de procesos de innovación con impacto económico y social.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El análisis de los trabajos finales desarrollados en el marco de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación permite constatar que la transferencia del conocimiento no constituye un proceso lineal ni limitado a la incorporación de herramientas conceptuales, sino una dinámica compleja en la que las capacidades adquiridas durante la formación son reinterpretadas y adaptadas a contextos organizacionales específicos. En este sentido, los casos analizados aportan evidencia empírica acerca de la capacidad de la GTec para transformar problemas cotidianos en oportunidades de intervención estratégica, generando valor económico, organizacional y social.

Los resultados muestran que las contribuciones derivadas de la formación trascienden los límites de las organizaciones particulares en las que se desempeñan los graduados. Las propuestas formuladas abarcan desde la creación de nuevas empresas de base tecnológica y el diseño de estructuras de vinculación, hasta la modernización de procesos, el fortalecimiento institucional y la generación de capacidades en personas y organizaciones. Esta diversidad de escenarios confirma el carácter transversal de la Gestión de la Tecnología y la Innovación y su potencial para intervenir en sectores productivos, científicos, de servicios y de la administración pública.

Asimismo, los trabajos evidencian que la figura del gestor tecnológico no puede ser comprendida únicamente desde una perspectiva funcional. Más que especialistas en herramientas específicas, los graduados se desempeñan como agentes capaces de promover transformaciones organizacionales, construir capacidades, formular estrategias y articular actores pertenecientes a distintos ámbitos institucionales. Estas funciones, lejos de ser excluyentes, se manifiestan de manera simultánea y revelan el carácter sistémico e interdisciplinario de la disciplina.

Desde la perspectiva de las trayectorias profesionales, los trabajos finales permiten observar cómo la formación especializada se traduce en una reconfiguración de la práctica laboral de los graduados. Los conocimientos adquiridos durante la especialización son apropiados y resignificados a partir de los desafíos propios de cada ámbito de desempeño, posibilitando nuevas formas de interpretar los problemas y ampliando la capacidad de intervención sobre ellos. En este sentido, los trabajos constituyen mucho más que un requisito académico: representan ejercicios de reflexión aplicada que permiten transformar la experiencia profesional en conocimiento sistematizado y orientado a la acción.

La evidencia analizada sugiere, además, que el impacto de la Especialización excede las trayectorias individuales y se proyecta sobre los entornos en los que los graduados desarrollan su actividad. Las propuestas elaboradas no se limitan a describir situaciones existentes, sino que plantean intervenciones orientadas a modificar estructuras, fortalecer capacidades, generar mecanismos de vinculación y promover nuevas oportunidades de desarrollo. De esta manera, la formación de especialistas en Gestión de la Tecnología y la Innovación contribuye a incrementar las capacidades de absorción y de aprendizaje de las organizaciones, favoreciendo procesos de cambio que pueden extenderse al conjunto del sistema regional de innovación.

La experiencia de la Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Mar del Plata pone de manifiesto que la formación de recursos humanos especializados trasciende la adquisición de conocimientos y competencias específicas para convertirse en un proceso de transformación de las trayectorias profesionales. Los trabajos finales evidencian que la apropiación de los marcos conceptuales y metodológicos de la GTec habilita nuevas formas de interpretar los problemas, resignificar las prácticas laborales y diseñar intervenciones orientadas a modificar las realidades organizacionales y territoriales en las que los graduados se encuentran insertos. En este sentido, la transferencia del conocimiento encuentra en las personas y en su capacidad de actuación uno

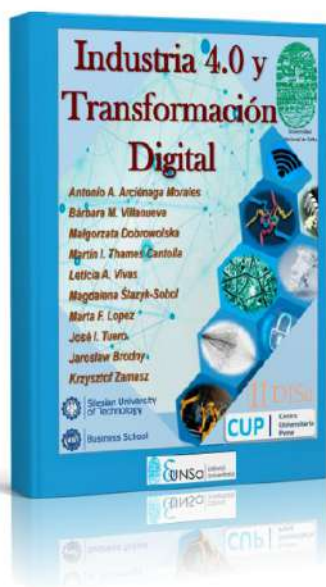
de sus principales mecanismos de materialización, constituyéndose la formación especializada en un instrumento de fortalecimiento de las capacidades científico-tecnológicas y de promoción del desarrollo.

La evidencia reunida muestra que, cuando el conocimiento especializado es incorporado por profesionales inmersos en contextos reales, la innovación deja de ser un fenómeno ocasional para convertirse en un proceso deliberado y gestionado. Así, los graduados no sólo amplían sus capacidades individuales, sino que se transforman en agentes capaces de movilizar cambios en las organizaciones, promover nuevas formas de articulación entre actores y contribuir al fortalecimiento de ecosistemas de innovación más dinámicos y colaborativos. La formación en GTec adquiere, de este modo, una dimensión transformadora que trasciende el ámbito académico y se proyecta sobre las instituciones, los sectores productivos y los territorios, generando condiciones propicias para la creación de valor y el desarrollo sostenible.

4. REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica [ANPCyT]. (2008). *Bases de la Convocatoria a Propuestas para el Programa de Formación de Gerentes y Vinculadores Tecnológicos (GTec 2008)*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Álvarez, M., Gómez-Arn, J., y Ponce, L. (2022). La formación de especialistas en vinculación tecnológica como política de desarrollo socioproductivo. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(27), Artículo e2139. <https://doi.org/10.22430/21457778.2139>
- Ameztoy, M., y Winkel, M. (2023). *El impacto de los procesos de acreditación en el desarrollo de los Posgrados ofrecidos por la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, en el período 2013-2022* [Trabajo final de tecnicatura, Universidad Nacional de Mar del Plata]. Repositorio Institucional de la Facultad de Ingeniería (RINFI). <https://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/769>
- Basso, F. (2025). *Estudio del contexto para emprendimiento startup. Caso de desarrollo de recubrimientos compuestos sobre materiales biodegradables innovadores para la reconexión neuronal en el sistema nervioso periférico* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Bergonzi, L. A. (2025). *El área de vinculación y transferencia tecnológica en la Universidad pública: Una propuesta de diseño organizacional para la UNMDP* [Trabajo final de especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Beuk, L. (2023). *Análisis de un proceso de migración tecnológico para un banco digital* [Trabajo final de Especialización GTec, Universidad Nacional de Mar del Plata]. Repositorio Institucional de la Facultad de Ingeniería (RINFI). <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/1042>
- Bounoure, J. A. (2023). *Diseño de una plataforma tecnológica para el INTEMA-CONICET* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Cano, J. (2024). *Modernizando la gestión del conocimiento jurídico: Cómo formalizar y sistematizar el conocimiento para impulsar la competitividad de los estudios jurídicos* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Caprile, D. (2025). *La Vinculación Tecnológica en la articulación del ámbito Científico-Académico con el Sector Productivo: El Caso Unibaio* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.

- Catalini, J. (2025). *Sistematización de experiencias en la implementación de un programa de fortalecimiento institucional en empresas del Parque Industrial Mar del Plata-Batán*. [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Dimarco, M. (2024). *Innovaciones organizacionales para la creación de valor. Caso de estudio: Organización de servicios de salud marplatense* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Fernández, J. (2025). *Consideraciones para la implementación de una Incubadora de Empresas en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mar del Plata* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Pastor, D. (2023). *Indicadores de Ciencia y Género en la carrera del Personal de Apoyo de CONICET*. [Trabajo final de Especialización GTec, Universidad Nacional de Mar del Plata]. Repositorio Figshare. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.25537705>
- Porter, M. E. (2009). *Ser competitivo: Edición actualizada y aumentada*. Editorial Deusto.
- Robledo Velásquez, J. (2017). *Introducción a la gestión de la tecnología y la innovación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Serruya, G. (2025). *Competencias emprendedoras en estudiantes universitarios de las carreras de Informática en Mar del Plata* [Trabajo final de Especialización GTec no publicado]. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Toffetti, A. D. (2024). *Un viñedo en la Patagonia austral: Desafiando al clima en Viñas del Nant y Fall* [Trabajo final de Especialización GTec, Universidad Nacional de Mar del Plata]. Repositorio Institucional de la Facultad de Ingeniería (RINFI). <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/handle/123456789/985>



Industria 4.0 y Transformación Digital

Autores: Antonio A. Arciénaga Morales

Bárbara Magdalena Villanueva

Małgorzata Dobrowolska

Martín I. Thames Cantolla

Leticia Alejandra Vivas

Magdalena Ślanzyk-Sobol

Marta Florencia López

José Ignacio Tuero

Jarosław Brodny

Krzysztof Zamasz

Editorial: EUNSa – Editorial de la Universidad Nacional de Salta (Argentina)

ISBN: 978-987-633-641-3

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20260218>

Primera edición 2026

Descargue la obra [AQUÍ](#)

Morcela, Oscar Antonio

omorcela@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina)

Fecha de recepción RIII: 29/04/2026

Fecha de aprobación RIII: 28/06/2026

RESUMEN

La reseña analiza **Industria 4.0 y Transformación Digital** como una obra que trasciende el enfoque centrado en las tecnologías digitales para interpretar la transformación productiva desde una perspectiva sistémica. Se destaca que el principal aporte del libro radica en comprender la digitalización como un proceso de desarrollo de capacidades organizacionales, aprendizaje, innovación y articulación institucional, más que como un simple proceso de adopción tecnológica. Asimismo, se valoran su mirada interdisciplinaria, la atención dedicada a las PyMES y su contribución al debate sobre los desafíos del cambio estructural en América Latina. Finalmente, se señalan líneas de discusión abiertas en torno a la gobernanza de datos, las plataformas digitales y la inteligencia artificial, que consolidan a la obra como un punto de partida para futuras investigaciones.

Palabras Claves: Ingeniería Industrial, Industria 4.0, Transformación Digital.

Beyond Technologies: Capabilities, Innovation, and Productive Transformation in Industry 4.0 and Digital Transformation

ABSTRACT

This review examines *Industry 4.0 and Digital Transformation* as a work that goes beyond a technology-centered perspective to interpret productive transformation from a systemic standpoint. The book's main contribution lies in its understanding of digitalization as a process of developing organizational capabilities, learning, innovation, and institutional coordination, rather than merely a process of technological adoption. The review also highlights the book's interdisciplinary approach, its attention to small and medium-sized enterprises (SMEs), and its contribution to the debate on the challenges of structural change in Latin America. Finally, it identifies emerging lines of discussion concerning data governance, digital platforms, and artificial intelligence, positioning the book as a valuable starting point for future research.

Keywords: Industrial Engineering, Industry 4.0, Digital Transformation

Além das Tecnologias: Capacidades, Inovação e Transformação Produtiva em Indústria 4.0 e Transformação Digital

RESUMO

A presente resenha analisa *Indústria 4.0 e Transformação Digital* como uma obra que ultrapassa uma abordagem centrada nas tecnologias digitais para interpretar a transformação produtiva a partir de uma perspectiva sistêmica. Destaca-se que a principal contribuição do livro consiste em compreender a digitalização como um processo de desenvolvimento de capacidades organizacionais, aprendizagem, inovação e articulação institucional, mais do que um simples processo de adoção tecnológica. Além disso, valorizam-se sua abordagem interdisciplinar, a atenção dedicada às pequenas e médias empresas (PMEs) e sua contribuição para o debate sobre os desafios da mudança estrutural na América Latina. Por fim, são apontadas agendas de discussão relacionadas à governança de dados, às plataformas digitais e à inteligência artificial, consolidando a obra como um importante ponto de partida para futuras pesquisas.

Palavras chave: Engenharia Industrial, Indústria 4.0, Transformação Digital

Más allá de las tecnologías: capacidades, innovación y transformación productiva en *Industria 4.0 y Transformación Digital*

La proliferación de publicaciones sobre Industria 4.0 durante la última década ha estado acompañada por una paradoja. Mientras el interés por las tecnologías digitales crece de manera sostenida, buena parte de la literatura continúa interpretando estos procesos como una sucesión de innovaciones técnicas, reduciendo la transformación productiva a la incorporación de inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica o analítica de datos. En ese contexto, *Industria 4.0 y Transformación Digital* se distingue por ofrecer una mirada considerablemente más amplia. La obra trasciende el enfoque tecnológico para situar la digitalización dentro de un proceso de reorganización económica, institucional y organizacional que redefine las formas de producir, aprender y generar valor.

Uno de los principales méritos del libro reside precisamente en no confundir tecnología con transformación. A lo largo de sus diez capítulos, los autores muestran que la incorporación de nuevas herramientas digitales sólo adquiere sentido cuando modifica capacidades organizacionales, modelos de negocio, procesos de decisión, estructuras de aprendizaje y mecanismos de innovación. En consecuencia, la obra desplaza la atención desde los artefactos hacia las condiciones que hacen posible su aprovechamiento económico y social, evitando así uno de los reduccionismos más frecuentes en este campo.

Esta perspectiva resulta particularmente valiosa porque recupera una idea que la literatura evolucionista viene sosteniendo desde hace décadas: las tecnologías, por sí mismas, no producen desarrollo. Lo que determina su impacto es la capacidad de las organizaciones para incorporarlas, adaptarlas, combinarlas y transformarlas en nuevas competencias. La productividad deja entonces de depender exclusivamente de la inversión en equipamiento para apoyarse cada vez más en procesos de aprendizaje, acumulación de conocimiento y construcción de capacidades dinámicas.

Desde esta óptica, la amplitud temática del libro constituye uno de sus mayores aportes. Junto al tratamiento de las tecnologías propias de la Industria 4.0, la obra incorpora discusiones sobre plataformas digitales, innovación, trabajo, educación, liderazgo, psicología organizacional, sostenibilidad, soberanía digital y analítica de datos, configurando una visión sistémica del cambio tecnológico. Lejos de aparecer como capítulos aislados, estas dimensiones conforman un entramado coherente que permite comprender la transformación digital como un fenómeno transversal que atraviesa organizaciones, instituciones y territorios.

Especial atención merece el tratamiento dedicado a las pequeñas y medianas empresas. En contraste con buena parte de la literatura internacional, centrada en experiencias de grandes corporaciones industriales, los autores reconocen que los procesos de transformación dependen de restricciones muy diferentes cuando se observan desde economías periféricas. La discusión sobre capacidades organizacionales, recursos limitados, liderazgo, cultura empresarial y políticas de apoyo desplaza el foco desde la simple adopción tecnológica hacia la construcción de condiciones para innovar, una distinción especialmente relevante para comprender los desafíos del desarrollo productivo en América Latina.

En este sentido, el libro invita a una lectura que excede el ámbito de la ingeniería o de la administración. La transformación digital aparece como un proceso de cambio estructural en el que convergen instituciones, empresas, universidades, políticas públicas y nuevas formas de organización del trabajo. La digitalización deja de ser un fenómeno exclusivamente empresarial para convertirse en un problema de articulación entre actores, de generación de capacidades y de construcción de ventajas competitivas sostenibles.

Quizá uno de los aspectos más interesantes de la obra sea que, aun sin proponérselo explícitamente, ofrece numerosos elementos para discutir la naturaleza contemporánea del valor económico. La creciente importancia de los datos, las plataformas, la inteligencia artificial y la conectividad permanente pone de manifiesto que la competencia ya no gira únicamente alrededor de activos físicos, sino también de activos intangibles cuya acumulación depende de procesos continuos de aprendizaje y producción de conocimiento. Desde esta perspectiva, la digitalización representa mucho más que una modernización tecnológica: expresa una transformación profunda en la manera en que las organizaciones crean, capturan y distribuyen valor.

Otro rasgo destacable es la permanente preocupación por integrar dimensiones habitualmente tratadas de manera separada. Los capítulos dedicados a educación, procesos de trabajo, interfaces hombre-máquina o sostenibilidad muestran que la transformación digital modifica simultáneamente competencias profesionales, culturas organizacionales, relaciones laborales y desafíos regulatorios. Esa mirada interdisciplinaria constituye una de las fortalezas del libro, especialmente en un contexto donde la fragmentación disciplinaria suele dificultar la comprensión de fenómenos complejos.

Naturalmente, una obra de esta amplitud también deja abiertas nuevas líneas de discusión. Entre ellas, probablemente resulte pertinente profundizar el análisis sobre las nuevas formas de apropiación del conocimiento derivadas de las plataformas digitales, la concentración de capacidades tecnológicas en grandes empresas globales, la gobernanza de los datos y las implicancias que la inteligencia artificial generativa introduce sobre la distribución del valor y las capacidades de innovación. Estos temas aparecen esbozados en distintos capítulos, particularmente al abordar la economía digital, la soberanía tecnológica y la inteligencia artificial, pero constituyen un campo cuya velocidad de transformación exige un desarrollo permanente.

Más que una limitación, esta observación confirma uno de los mayores logros del libro: abrir preguntas. Las mejores obras académicas no son necesariamente aquellas que clausuran debates, sino las que permiten formular interrogantes más sofisticados. ***Industria 4.0 y Transformación Digital*** pertenece a esta segunda categoría. Su aporte no consiste únicamente en sistematizar un amplio conjunto de tecnologías y experiencias, sino en ofrecer un marco de interpretación que facilita comprender las múltiples dimensiones involucradas en la actual transformación productiva.

En un escenario caracterizado por aceleradas innovaciones tecnológicas, incertidumbre geopolítica y crecientes disputas por el control de los recursos estratégicos, el principal desafío ya no consiste simplemente en digitalizar procesos. La cuestión central pasa por desarrollar capacidades que permitan transformar información en conocimiento, conocimiento en innovación e innovación en desarrollo. Es precisamente allí donde este libro encuentra su mayor relevancia: recuerda que las tecnologías importan, pero que son las organizaciones, las instituciones y las personas quienes finalmente determinan el alcance de las transformaciones que aquellas hacen posibles.

1. REFERENCIAS

Arciénaga Morales, A. A., Villanueva, B. M., Dobrowolska, M., Thames Cantolla, M. I., Vivas, L. A., Ślanzyk-Sobol, M., López, M. F., Tuero, J. I., Brodny, J., & Zamasz, K. (2026). *Industria 4.0 y transformación digital* (1.ª ed.). Editorial de la Universidad Nacional de Salta (EUNSa). <https://doi.org/10.5281/zenodo.20260218>