



# XX

## CONGRESO DE TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN Y EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

### LIBRO DE ACTAS



XX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología : libro de actas /

Alejandra Marin Aranda ... [et al.] ; Compilación de Roberto Mayer. - 1a ed. - Avellaneda : Undav Ediciones, 2025.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-987-8994-42-0

1. Tecnología. 2. Educación Científica. 3. Educación Tecnológica. I. Marin Aranda, Alejandra II. Mayer, Roberto, comp.

CDD 607.2

© UNDAV Ediciones, 2025

Paso de la Patria 1921 - Piñeiro - Avellaneda

tel. 4228 1072

undavediciones@undav.edu.ar



Todo el contenido de este libro se distribuye bajo una licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin obras derivadas.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

El contenido puede ser copiado, distribuido, exhibido y ejecutado bajo la condición de reconocer autoría, no utilizar el libro o sus partes con fines comerciales, y no alterar, transformar o crear sobre esta obra.

# XX

## Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología

Libro de Actas



Departamento  
de Tecnología  
y Administración



## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AVELLANEDA**

Rector:	Jorge Calzoni
Vicerrector:	Ricardo Serra
Secretaria Académica:	Antonela Capurro
Secretaria de Extensión Universitaria:	Liliana Elsegood
Secretaria de Investigación y Vinculación Tecnológica e Institucional:	Patricia Domench

## **INGENIERÍA EN INFORMÁTICA, DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA Y ADMINISTRACIÓN**

Decano:	Silvio Colombo
Vicedecana:	Cristina Kanobel
Director de Carrera de Ingeniería en Informática:	Roberto Mayer

## **AUTORIDADES RED U.N.C.I.**

Coordinador Titular:	Patricia Pesado (UNLP)
Coordinador Alterno:	Jorge Eterovic (UNLaM)

Junta Directiva	Fernando Carmona (UNdeC)
	Marta Lasso (UNPA)
	Martín Larrea (UNS)
	Marcelo De Vincenzi (UAI)
	Marcelo Estayno (UNSaM)
	Marcela Printista (UNSL)
	Mónica Tugnairelli (UNER)
	Lucía Malbernat (CAECE)

Miembro Honorario:	Armando de Giusti (UNLP)
Secretaria Administrativa:	Sonia Mariño
Secretaria Académica:	Claudia Russo
Secretario de Ciencia y Técnica:	Nelson Rodríguez
Secretario de Asuntos Reglamentarios:	Hugo Alfonso
Secretario de Vinculación Tecnológica y Profesional:	Andrés Burzteyn
Secretario de Congresos, Publicaciones y Difusión:	Pablo Thomas

## COMITÉ CIENTÍFICO

María José Abásolo (UNLP)

Verónica Artola (UNLP)

Sandra Baldassarri (Universidad de Zaragoza, España)

Elena Barberá (Universidad Abierta de Cataluña, España)

Alberto Cañas (Universidad West Florida, EE. UU.)

Zulma Cataldi (UTN)

Eva Cerezo (Universidad de Zaragoza, España)

César Collazos (Universidad del Cauca, Colombia)

Teresa Coma-Roselló (Universidad de Zaragoza, España)

Armando de Giusti (UNLP)

Javier Díaz (UNLP)

Domingo Docampo (Universidad de Vigo, España)

Guillermo Feierherd (UNPSJB)

Ana Fernández Pampillón (Universidad Complutense de Madrid, España)

Ariel Ferreyra (UNRC)

Lorenzo García Aretio (Universidad Nacional de Educación a Distancia, España)

Marcela Genero (Universidad de Castilla - La Mancha, España)

Alejandro González (UNLP)

Susana Herrera (UNSE)

Ramiro Jordan (Universidad de Nuevo México, EE. UU.)

Mónica Luque (Red de Información Tecnológica Latinoamericana)

Alejandra Malberti (UNSJ)

Regina Motz (Universidad de la República, Uruguay)

Antonio Navarro Martín (Universidad Complutense de Madrid, España)

José Ángel Olivas Varela (Universidad de Castilla - La Mancha, España)

Carlos Paldao (USA)

Patricia Pesado (UNLP)

Dolores Isabel Rexachs del Rosario (Universidad Autónoma de Barcelona, España)

Josemar Rodríguez de Sousa (Universidad del Estado de Bahía, Brasil)

Rosabel Roig Vila (Universidad de Alicante, España)

Sonia Rueda (UNS)

Claudia Russo (UNNOBA)

Jaime Sánchez (Universidad de Chile)

Albert Sangrà (Universidad Abierta de Cataluña, España)

Liliana Santacruz (Universidad Rey Juan Carlos, España)

Cecilia Sanz (UNLP)

Liane Tarouco (Universidad Federal de Río Grande del Sur, Brasil)

Ángelo Tartaglia (Politécnico de Turín, Italia)

Pedro Willging (UNLPam)

Alejandra Zangara (UNLP)

## COMITÉ ACADÉMICO

Pablo Brusco (UBA)	Martín Morales (UNAJ)
Patricia Pesado (UNLP)	Patricia Zachman (UNCAus)
Martín Larrea (UNS)	Alfredo Massacesi (UNO)
Marcela Printista (UNSL)	Marisa Haderne (UNCuyo)
Claudio Aciti (UNCPBA)	Carlos Ríos (UNMDP, UNQ)
Guillermo Grosso (UNCo)	Marisa Panizzi (UNAHUR)
Jorge Eterovic (UNLaM)	Hugo Ramón (UNSAa)
Hugo Alfonso (UNLPam)	Marcelo Estayno (UNSaM)
Gabriel Korembliit (UNTDF)	Roberto Mayer (UNDAV)
Gustavo Gil (UNSa)	Diego Serra (UNLZ)
Marta Lasso (UNPA)	Andrés Bursztyn (UTN)
Nelson Rodríguez (UNSJ)	Gabriela Chapperon (Universidad de Morón)
José Luis Mengarelli (UADER)	Marcelo de Vincenzi (UAI)
Carlos Buckle (UNPSJB)	Sergio Aguilera (UB)
Mónica Tugnarell (UNER)	Mario Albarracín (UK)
Sonia Mariño (UNNE)	Juan Bournissen (UAP)
Ana Casali (UNR)	Lucía Malbernat (CAECE)
Sergio Caballero (UNaM)	Adriana Álvarez (UP)
Claudia Russo (UNNOBA)	Sebastián Grieco (UCA Rosario)
Fernanda Carmona (UNdeC)	Marcelo Zanitti (USAL)
Diego Azcurra (UNLa)	Rosa Giménez (UDA)
Liliana Figueroa (UNSE)	Héctor Javier Ruidías (UGD)
Marcelo Cipriano (UNDEF)	Daniel José Feijo (UADE)
Horacio Loyarte (UNL)	Ariadna Guglianone (UCEMA)
Marcelo Arroyo (UNRC)	Juan Pablo Cosentino (UA)
Daniel Fridlender (UNC)	Liliana Rathmann (UAA)
Analía Herrera Cognetta (UNJu)	Rodolfo Bertone (UCA La Plata)
Luis Vivas (UNRN)	Mario Bolo (ITBA)
Laura Prato (UNViMe)	Mariana Brachetta (UCH)
Juan Manuel Fernández (UNLu)	Mariela Asensio (Universidad de Mendoza)
María Valeria Poliche (UNCa)	Flavia Yanina Quiroga (UMET)
Miguel Molina (UNLaR)	Julio César Casco (UDC)
Alejandro Oliveros (UNTREF)	
Griselda María Luccioni (UNT)	

## **COORDINACIÓN DE TEYET**

Cecilia Sanz  
Mónica Tugnarelli  
Claudia Russo

## **COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL**

Roberto Mayer  
Maximiliano Pizzani  
Eugenio Breard  
Mónica Fernández  
Martín Machuca

# Tabla de contenidos

## Tecnología en educación

Prho-V02 como recurso didáctico en el laboratorio. Evaluación de su Impacto en el Aprendizaje Estudiantil .....	11
Proyecto pedagógico de internet de las cosas aplicado a la automatización residencial .....	22
La inteligencia artificial generativa como herramienta de innovación en la enseñanza .....	38
Analítica de interacciones en un ambiente virtual de aprendizaje aplicando técnicas de inteligencia artificial .....	52
Prácticas de alfabetización en competencias digitales docentes en la formación de profesores en Matemática con el uso de Inteligencia Artificial .....	70
Una mirada a la inclusión educativa desde el campo de las brechas digitales .....	86
Implementación de una interfaz para prácticas educativas de laboratorio en software y hardware libres.....	101
Aprendizaje basado en juegos y gamificación en un curso de ingreso a carreras de Ingeniería .....	111
Diseño y desarrollo de un videojuego para la prevención del abuso sexual infantil en Argentina .....	128
Revisión de instrumentos para valorar la calidad de objetos de aprendizaje desde el enfoque de los estudiantes .....	138
Actividad lúdica para el abordaje interdisciplinario de movimientos unidimensionales con sensores Pasco y GeoGebra .....	153
Gestión de tecnología digital en los sistemas institucionales de educación a distancia: hacia un contexto de enseñanza híbrida .....	164
Uso de Inteligencia Artificial como asistente educativo en la enseñanza de algoritmos numéricos en Python. Una experiencia en la cátedra de Análisis Numérico.....	177
Análisis de la utilización de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y su relación con la resiliencia de estudiantes universitarios .....	189



Experiencias con juegos y aplicaciones educativas usando diferentes paradigmas de IPO con escuelas secundarias .....	203
Revisión sistemática sobre Inteligencia Artificial Generativa y sus posibilidades de uso en educación universitaria.....	218
Implementación de Robot Gemelo Digital para el Simulador Ester .....	233

### **Educación en tecnología**

Retomar la clase de matemáticas a través de un chatbot.....	244
Inteligencia Artificial aplicada a la salud .....	251
Trabajo en Red: la experiencia de la Universidad de Lanús con las escuelas técnicas y Fundación Siemens a través de Solid Edge.....	260
Los estudiantes de ingeniería y la tecnología. Análisis de sus nociones e implicancias en la formación .....	276
Data Warehouse Soft Skills: modelo diagnóstico para la observación de la actitud empática .....	294

### **Experiencia docente**

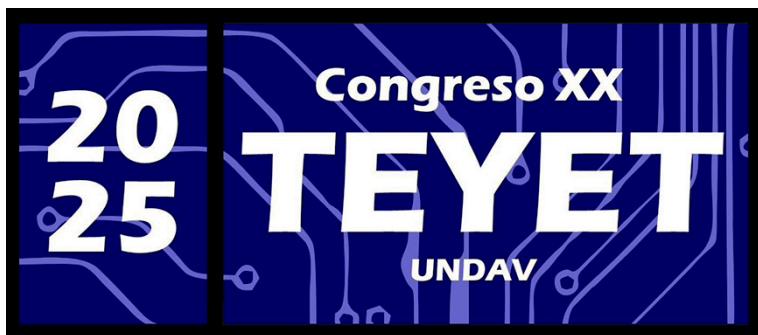
Estudio de la actitud de los estudiantes de ingeniería en el aprendizaje de la matemática con tecnología .....	302
Integración de práctica y teoría en una experiencia pedagógica de introducción a sistemas de control para Ingeniería en Informática .....	320
Encuesta sobre el estado de situación de las empresas nacionales y su relación ante los siguientes temas: tecnología, capacitación del personal, contexto socioeconómico, y estrategias internacionales ....	333
Uso de la inteligencia artificial para la enseñanza en protección radiológica .....	343
Estrategia de Micro aprendizaje basada en un ChatBot con Inteligencia Artificial en un curso de Álgebra Lineal de Ingeniería .....	350
Abordaje al aprendizaje basado en proyectos mediante la realización de un torneo de programación: Copa Real-Time .....	364
Recurso generado con tecnología de impresión tridimensional para la práctica del dibujo tecnológico .....	377

Tecnologías implementadas en la elaboración de instrumental didáctico para un Laboratorio de Hidráulica .....	385
Innovación educativa en anatomía veterinaria: recurso audiovisual interactivo didáctico en educación superior.....	395
DARTA. Propuesta de formación a distancia en abordaje educativo-terapéutico basado en competencias y tecnologías de apoyo .....	405

### **Demos educativas**

AelE: Programación por bloques para Arduino en la escuela.....	425
Dojo: llevando la enseñanza de la programación más allá del aula tradicional .....	429
Narrativas digitales con el Reflector Mágico.....	435
Deportes electrónicos: un tema para despertar vocaciones a la informática .....	441

# **TECNOLOGÍA EN EDUCACIÓN**



# **Prho-V02 como recurso didáctico en el laboratorio Evaluación de su impacto en el aprendizaje estudiantil<sup>1</sup>**

*Diego Aluztiza,<sup>2</sup> Viviana Cappello<sup>3</sup>*

## **Resumen**

Este trabajo analiza el impacto del uso de laboratorios, adquisidores de datos y metodologías experimentales en la enseñanza de la Física universitaria. Se fundamenta en estudios previos que destacan la importancia del aprendizaje basado en la experimentación y el uso de tecnología para la adquisición de datos. Se presenta una experiencia de implementación en entornos universitarios y se discuten sus beneficios en la formación de competencias científicas y en la mejora del aprendizaje conceptual.

**Palabras clave:** laboratorio, adquisidor de datos, experiencias

## **Introducción**

La enseñanza de la Física en el ámbito universitario enfrenta desafíos relacionados con la abstracción de conceptos y la falta de vinculación con el mundo real. El uso de laboratorios experimentales y sistemas de adquisición de datos ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión y el interés en la disciplina. Este trabajo explora cómo la integración de estas herramientas puede optimizar el aprendizaje y fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes.

La colaboración entre instituciones académicas para desarrollar e implementar herramientas tecnológicas en la educación ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar los procesos de enseñanza

---

1. Grupo de Investigación de Enseñanza de las Ciencias (IEC), Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

2. dalustiza@frlp.utn.edu.ar

3. vivi@frlp.utn.edu.ar

y las experiencias de aprendizaje en disciplinas experimentales. En este contexto, el proyecto conjunto entre el Grupo IEC de la Facultad Regional La Plata (FRLP) y los docentes de Física 1 de la Facultad Regional Tucumán (FRT), identificado como PID8791, se centra en evaluar la influencia de la interfaz de adquisición de datos Prho-V02 como herramienta didáctica en el laboratorio.

## **El aprendizaje basado en la experimentación**

El aprendizaje activo y experiencial ha sido ampliamente estudiado en la literatura educativa (Kolb, 1984; Hake, 1998). Se ha demostrado que la experimentación directa fortalece la conexión entre teoría y práctica, mejorando la retención y aplicación del conocimiento. En el contexto de la enseñanza de la Física, la experimentación permite a los y las estudiantes explorar conceptos complejos de manera intuitiva y tangible. Según Chi et al. (1994), el estudiantado que interactúa activamente con fenómenos físicos puede construir modelos mentales más sólidos y desarrollar una comprensión conceptual más profunda.

Además, la teoría del aprendizaje constructivista sugiere que el conocimiento se construye activamente a través de la experiencia y la reflexión. En este sentido, la integración de actividades experimentales no solo promueve el aprendizaje significativo, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades metacognitivas, como la capacidad de formular hipótesis, diseñar experimentos y evaluar resultados.

Investigaciones recientes han demostrado que los enfoques de aprendizaje experiencial mejoran el rendimiento académico y la motivación en estudiantes de ciencias.

Freeman et al. (2014) encontró que estudiantes que participaron en metodologías activas, como la experimentación y el trabajo en laboratorios, obtuvieron mejores resultados en evaluaciones conceptuales en comparación con quienes recibieron instrucción tradicional basada en conferencias magistrales.

## **El papel de los laboratorios en la educación en Física**

Los laboratorios han sido considerados una herramienta esencial para la enseñanza de la Física (Hofstein & Lunetta, 2004). La experimentación permite a los y las estudiantes visualizar fenómenos físicos y comprender las relaciones matemáticas subyacentes. Además, los laboratorios favorecen el desarrollo de habilidades experimentales

como la observación sistemática, la toma de mediciones precisas y el análisis de datos.

Desde una perspectiva pedagógica, los laboratorios pueden clasificarse en distintas modalidades según su propósito didáctico. Domin (1999) identifica cuatro tipos principales: confirmatorios, en los que los y las estudiantes verifican teorías preexistentes; exploratorios, donde se fomenta la indagación y el descubrimiento; basados en la resolución de problemas, que plantean desafíos abiertos; y abiertos, en los que los y las estudiantes diseñan y ejecutan sus propios experimentos. Los estudios sobre la efectividad de los laboratorios en la educación en Física han demostrado que su impacto varía según la estrategia pedagógica utilizada. Wieman & Perkins (2005) argumentan que los laboratorios tradicionales, donde los y las estudiantes siguen instrucciones paso a paso sin reflexionar sobre el proceso, tienen un impacto limitado en el aprendizaje conceptual. En contraste, los laboratorios basados en indagación han demostrado ser más efectivos para desarrollar el pensamiento crítico y la comprensión profunda de los principios físicos (Zacharia & Olympiou, 2011).

Además, la digitalización y modernización de los laboratorios ha permitido integrar tecnologías avanzadas, como simulaciones computacionales y sensores digitales, que amplían las posibilidades de experimentación. Estos avances han demostrado mejorar la precisión de las mediciones y facilitar el análisis de datos en tiempo real, lo que contribuye a una experiencia de aprendizaje más enriquecedora (Beichner, 2009).

## **Uso de adquisidores de datos en la enseñanza de la Física**

La integración de adquisidores de datos en los laboratorios de Física ha revolucionado la forma en que los cursos interactúan con los experimentos. Dispositivos como sensores digitales, interfaces de adquisición de datos y software de análisis permiten una recolección precisa y en tiempo real de información experimental (Beichner, 2009). Estas herramientas facilitan la exploración de fenómenos físicos complejos, reduciendo errores de medición y permitiendo el análisis de grandes volúmenes de datos con mayor eficiencia (Laws et al., 1999).

El uso de tecnologías de adquisición de datos fomenta un aprendizaje basado en la indagación, donde el estudiantado puede formular hipótesis, diseñar experimentos y analizar sus propios resultados. Según Sokoloff y Thornton (1997), los y las estudiantes que utilizan estas herramientas en el laboratorio desarrollan una comprensión más

profunda de los conceptos físicos y muestran una mayor capacidad para interpretar y modelar datos experimentales. La disponibilidad de datos en tiempo real también permite una retroalimentación inmediata, lo que refuerza la comprensión y corrige errores conceptuales en el momento de la experimentación.

### **Desarrollo de competencias científicas a través del trabajo experimental**

El trabajo experimental en el aula de Física no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también contribuye al desarrollo de competencias científicas esenciales. Entre estas competencias se incluyen la capacidad de diseñar experimentos, recopilar y analizar datos, interpretar resultados y comunicar hallazgos de manera efectiva (Zacharia & Olympiou, 2011).

La enseñanza de la Física mediante el trabajo experimental favorece el aprendizaje colaborativo y la resolución de problemas en equipo. Según Hmelo-Silver (2004), los entornos de aprendizaje basados en la experimentación y la resolución de problemas fomentan la autorregulación del aprendizaje y la metacognición, lo que permite a los estudiantes reflexionar sobre sus procesos de pensamiento y mejorar sus habilidades analíticas.

Asimismo, la combinación de laboratorios experimentales con herramientas tecnológicas de adquisición de datos permite una mejor integración de la teoría y la práctica, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos científicos y tecnológicos en su futura vida profesional (Millar, 2004). Estudios recientes han demostrado que los y las estudiantes que trabajan con metodologías activas y experimentales tienen un mayor compromiso con el aprendizaje y muestran un desempeño superior en pruebas de evaluación conceptual y en la aplicación de conocimientos a situaciones reales (Freeman et al., 2014).

### **Importancia de las herramientas tecnológicas en la educación experimental**

La integración de tecnologías avanzadas en entornos educativos ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones recientes. Según un estudio de Smith y colaboradores (2023), la utilización de sistemas de adquisición de datos en laboratorios de física no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también aumenta la motivación y el interés del estudiantado por la materia. Asimismo,

García et al. (2024) destaca que la implementación de interfaces tecnológicas en prácticas experimentales promueve un aprendizaje más activo y participativo, permitiendo a los y las estudiantes interactuar directamente con los fenómenos estudiados y obtener retroalimentación inmediata.

## **Metodología**

Se realizaron reuniones virtuales con el objetivo de coordinar acciones conjuntas en el grupo docente de la Regional Tucumán y el grupo IEC de la Regional La Plata. Los temas abordados fueron orientados a la determinación de los requerimientos didácticos que debía cumplir el arreglo experimental que el Grupo IEC desarrollaría en virtud de su uso en las aulas de la Regional Tucumán. El tema acordado para trabajar en forma colaborativa fue “Coeficiente de roce estático” perteneciente al programa de la materia Física 1. También se realizaron reuniones orientadas a describir el equipo cuya implementación áulica constituye el núcleo investigativo del proyecto: la interfaz de adquisición de datos Prho-V02. Esto último permitió que los docentes de Tucumán se interioricen con el equipamiento desarrollado localmente a fin de explorar sus potenciales aplicaciones en el contexto de una experiencia didáctica de laboratorio.

Luego, el personal del Grupo IEC planificó y diseñó el artilugio que permitió la realización del experimento relacionado con el tema de Física 1 elegido a ser asistido por el uso de la interfaz de adquisición de datos. Se diseñó un escenario de experimentación compatible con el empleo del adquisidor respetando los requisitos didácticos solicitados por los docentes de Tucumán. Tales requisitos fueron:

- i. El artilugio debe permitir la variación del ángulo de un plano respecto del plano horizontal.
- ii. El ángulo debe poder medirse dado que representa el dato de entrada al modelo usado para la determinación del coeficiente de roce estático entre la superficie del plano y la de un elemento que es apoyado sobre él.

El proceso de armado del artilugio consistió en la realización de dos implementaciones físicas secuenciales, llamadas Versión 1 (de prueba) y Versión 2 (definitiva). La versión 1 permitió evaluar los conceptos usados en los mecanismos del artilugio. La versión 2 fue finalmente armada y enviada a Tucumán con una serie de mejoras tendientes a



robustecer y a mejorar la versión de prueba. Las premisas de diseño no solo fueron los requerimientos de enseñanza comentados previamente, sino que también se tuvo en cuenta el uso de elementos de bajo costo y reciclados. El artilugio fue diseñado y armado plenamente por investigadores docentes y becarios del Grupo IEC. El sensado del ángulo del plano se realizó mediante un elemento eléctrico sensible a tal magnitud. Todo el artilugio fue montado sobre una plataforma con el objetivo de permitir y facilitar su traslado. El software fue generado empleando un entorno de desarrollo gráfico llamado MyOpenLab que es de libre distribución y que corre bajo Windows (diseñado para desarrollar software de aplicación educativa). La ventana del software generado presenta una interfaz de usuario específicamente diseñada para la experiencia didáctica a ser trabajada en las aulas de la Regional Tucumán.



Pruebas funcionales del software aplicado a la Versión 1 del arreglo.



Fase de armado de la Versión 2 del arreglo.

Se realizaron videos cortos que consistieron en

- a. instructivos varios destinados a los docentes que usarían al sistema
- b. indicaciones de cómo rearmar el sistema una vez que llegue a destino
- c. puesta en marcha del sistema

Todo el sistema fue empaquetado y enviado a la Provincia de Tucumán (UTN FRT, Rivadavia 1050, CP4000, San Miguel de Tucumán) el día 10/02/25 y fue recibido en destino por el personal docente de la FRT el día 12/02/25. El bulto contuvo:

- a. artilugio desensamblado
- b. un cable para conectar al sensor de ángulo con la interfaz Prho-V02
- c. un set de tornillos y tuercas
- d. un cable de alimentación 220VCA
- e. una interfaz de adquisición de datos Prho-V02.



Fase de empaquetado y envío del sistema completo

El personal docente de la FRT realizó el diseño de una encuesta que los estudiantes de ambos grupos contestarían a fin de evaluar la influencia del uso de las herramientas de enseñanza desarrolladas localmente. Finalmente los y las docentes de la FRT realizaron las experiencias de laboratorio con los grupos de estudiantes.

## **Producción tecnológica**

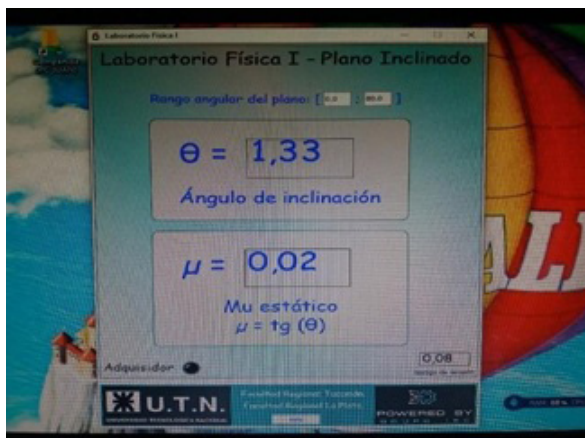
Arreglo experimental: consiste en una plataforma sobre la que yace un sistema de partes mecánicas ensambladas para generar un

plano inclinado de ángulo variable. La inclinación del plano puede ser variada mediante el uso de una manivela vinculada un sistema de polea/hilo que tracciona al plano a modo de puente levadizo.



Arreglo experimental. Versión 2.

Software: consiste en una ventana de Windows que permite visualizar tanto el ángulo de inclinación del plano como el coeficiente de roce estático entre la superficie de un objeto que yace sobre éste, y su superficie.



Software en MyOpenLab

Adquisidor de datos Prho-V02: consiste en un sistema electrónico que posibilita la interrogación de diferentes tipos de sensores de magnitudes físicas y químicas). Este sistema debe ser conectado a una PC en la que corra el software para la visualización de las mediciones realizadas.



Adquisidor de datos Prho-V02.

## Evaluación de la interfaz Prho-V02

Para determinar el impacto de la interfaz Prho- V02 en el aprendizaje de los y las estudiantes, se diseñó un estudio comparativo con dos grupos: un grupo control que utilizó métodos convencionales

y un grupo experimental que empleó la interfaz Prho-V02 en sus prácticas de laboratorio. Esta metodología, conocida como diseño experimental de grupos paralelos, es ampliamente reconocida por su eficacia en la evaluación de intervenciones educativas (Johnson & Christensen, 2022). Además, la aplicación de encuestas pre y post intervención permite medir cambios en el conocimiento y percepción de los estudiantes, proporcionando datos cuantitativos para un análisis estadístico robusto.

## **Resultados esperados y contribuciones del proyecto**

Se anticipa que los y las estudiantes que utilicen la interfaz Prho-V02 mostrarán una mejora significativa en su comprensión de los conceptos experimentales y en su capacidad para aplicar el método científico. Esta expectativa se basa en estudios previos que evidencian los beneficios de las herramientas tecnológicas en la educación científica (Martínez et al., 2023). La colaboración entre el Grupo IEC de la FRLP y los docentes de la FRT no solo fortalece los lazos interinstitucionales, sino que también contribuye al desarrollo y validación de recursos educativos innovadores adaptados a las necesidades específicas de los estudiantes de ingeniería en Argentina.

## **Conclusión**

La evaluación de la interfaz de adquisición de datos Prho-V02 en entornos de laboratorio representa un avance significativo en la incorporación de tecnologías emergentes en la educación superior. Los hallazgos de este proyecto proporcionarán información valiosa para futuras implementaciones y servirán como referencia para otras instituciones interesadas en mejorar la calidad de la enseñanza experimental a través de soluciones tecnológicas.

## **Proyecciones a futuro**

A futuro, se espera que los avances en tecnología digital y el desarrollo de laboratorios inteligentes permitan una mayor personalización del aprendizaje y una integración más fluida de entornos virtuales y físicos. Además, la implementación de metodologías de aprendizaje automático y análisis de datos en la enseñanza experimental podría optimizar la interpretación de resultados y fomentar una cultura de investigación temprana en el estudiantado. Estas innovaciones

pueden contribuir a una educación en Física más inclusiva, accesible y alineada con los desafíos científicos y tecnológicos del siglo XXI.

## **Agradecimientos por la participación**

Dra. Lic. Fabiana Prodanoff, Ing. María del Carmen Venecia.  
Sol Bruschini (Ing. en Sistemas, Grupo IEC), Germán Beyreuther (Astrónomo, Grupo IEC), Ian Hernandez (Becario SAU, Grupo IEC), Marcos Lucas (Becario SAU, Grupo IEC), uan José Carrillo Pavón (Becario SCyT, Grupo IEC), Néstor Beltrán (Ing. Electrónico)

## **Referencias**

- García, J., López, M., & Rodríguez, P. (2024). Implementación de interfaces tecnológicas en prácticas experimentales: Un enfoque hacia el aprendizaje activo. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 45-58.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2022). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches* (7.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications.
- Martínez, L., Pérez, A., & Sánchez, F. (2023). Beneficios de las herramientas tecnológicas en la educación científica universitaria. *Journal of Science Education*, 28(3), 112-125.
- Smith, A., Brown, C., & Lee, D. (2023). Uso de sistemas de adquisición de datos en laboratorios de física: Impacto en la motivación y comprensión estudiantil. *International Journal of Physics Education*, 39(1), 22-34.
- Beichner, R. J. (2009). "The SCALE-UP Project: A Student-Centered Active Learning Environment for Undergraduate Programs."
- Hake, R. R. (1998). "Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand- student survey of mechanics test data for introductory physics courses."
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century."
- Kolb, D. A. (1984). "Experiential learning: Experience as the source of learning and development."
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). "Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning."

# Proyecto Pedagógico de Internet de las Cosas aplicado a la automatización residencial

*Fernando Pazos<sup>1</sup>*

## Resumen

Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es un área de la tecnología de acelerado crecimiento en los últimos años. Cada vez más dispositivos son fabricados con alguna capacidad de conexión a Internet. El ingeniero en informática que quiera familiarizarse con esta tecnología debe saber usar estos dispositivos así también como contar con la capacidad de programarlos y desarrollar proyectos completos de IoT, donde diversos objetos deben comunicarse entre sí y con un o múltiples usuarios a través de la red de manera eficiente. Por tal motivo en la Universidad Nacional de Avellaneda fue creado un curso práctico de IoT, que actualmente es ofrecido como disciplina de grado en la carrera de Ingeniería en Informática. En este curso los estudiantes deben desarrollar trabajos prácticos y proyectos que objetivan abarcar todas las posibilidades y alternativas que ofrece esta tecnología. En este artículo presentamos un prototipo de proyecto de IoT aplicado a la automatización residencial, como modelo de proyecto a ser desarrollado por los estudiantes. Debidamente escalado, consideramos que el proyecto aquí presentado ofrece una base con potencial para desarrollar trabajos de conclusión de curso en las carreras de Ingeniería en Informática o de Automatización y Control.

**Palabras clave:** Internet de las cosas; domótica; protocolo MQTT; proyectos didácticos en TICs.

## Introducción

Internet de las cosas (IoT) consiste en la interconexión de objetos y sistemas físicos en general a la red mundial de computadores. Dentro de una red IoT, es común encontrar sensores, actuadores, dispositivos inteligentes, procesadores digitales, interfaces de co-

---

1. Departamento de Tecnología y Administración. Universidad Nacional de Avellaneda.  
Email: fapazos@undav.edu.ar

municación y sistemas de almacenamiento de datos, entre muchos otros dispositivos [1,2]. Esta interconexión permite el intercambio de información en tiempo real entre dispositivos y usuarios, además del almacenamiento de datos en la nube para su posterior descarga, análisis y procesamiento.

Esta tecnología está creciendo exponencialmente en todo el mundo, y a cada día más objetos son fabricados con alguna capacidad de conectarse a Internet; se estima que en el presente año ese número llegue a 74 mil millones [3,4].

Las aplicaciones de IoT abarcan múltiples sectores, desde la industria de manufactura, donde los sistemas con controladores remotos pueden intercambiar variables operacionales con la planta a través de Internet, hasta la domótica (automatización residencial), la industria automotriz, la agricultura y la industria petrolera, entre muchos otros campos de aplicación [5].

En el ámbito de la Ingeniería, la tecnología de IoT es de particular interés, especialmente en el campo de la Informática, ya que implica el uso de microcontroladores embebidos que deben ser programados y configurados correctamente. Los ingenieros también deben estar familiarizados con los protocolos de comunicación en Internet en sus distintas camadas (aplicación, transporte, red y enlace), con las tecnologías de redes de comunicación y la interacción con los usuarios, entre muchos otros aspectos involucrados [2].

Particularmente, en el campo de la Ingeniería de Automatización y Control, esa interconexión permite que un usuario remoto lea las variables de operación y ajuste los niveles de referencia (set point), o que un controlador remoto lea la respuesta de la planta, o variables de operación, para generar, también remotamente, la variable de control o manipulada [6,7].

La potencialidad que esta tecnología ofrece de comunicación remota de manera rápida, confiable y eficiente de dispositivos sumamente diversos y con usuarios localizados en cualquier lugar donde haya acceso a Internet hace que la misma sea de incuestionable interés en diversas áreas de la Ingeniería relacionadas a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), particularmente a las Ingenierías en Informática y de Automatización y Control.

## **Contexto y justificativa**

En un proyecto de IoT, muchos aspectos deben ser cuidadosamente estudiados y considerados. Entre ellos cabe mencionar la elección de



los dispositivos a ser utilizados, que pueden incluir sensores, actuadores, controladores, interfaces, memorias, entre otros. La conexión a la red, que incluye la elección y conocimiento de los protocolos de comunicación adecuados, los sistemas físicos de conexión, los diferentes aspectos de identificación de un terminal, entre muchos otros detalles. Finalmente, la arquitectura de la red y la programación de los dispositivos involucrados son de crucial importancia [5].

Al considerar todos estos aspectos a la hora de implementar un proyecto de IoT, conectando un sistema a Internet, los estudiantes se encuentran con numerosas alternativas, posibilidades, e inclusive tecnologías diversas para llegar a un mismo objetivo.

En ese desarrollo es común que el proyectista se encuentre con muchas dificultades y problemas concretos y cuya solución cuenta con poca o ninguna referencia bibliográfica (ver una excepción en [2]).

Es por ese motivo que en la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda se decidió implementar un curso práctico de Internet de las Cosas cuyos lineamientos generales fueron presentados en [8]. Para desarrollar este curso, se llevó a cabo una exhaustiva investigación para recopilar, clasificar y seleccionar información proveniente de páginas web, libros y artículos científicos. Posteriormente, se estructuró el contenido siguiendo un hilo conductor que favorece la adquisición sistemática y progresiva de conocimientos por parte de los estudiantes. Finalmente se establecieron los objetivos generales y particulares de cada unidad, ideando el curso de manera metodológica y organizada para alcanzar estos objetivos.

En cada unidad, los estudiantes deben desarrollar trabajos que objetivan practicar los conocimientos adquiridos. Estos trabajos son presentados a través de internet para los otros estudiantes y para el docente, en una sala virtual, mostrando su funcionamiento, las elecciones hechas durante su desarrollo, y las soluciones alcanzadas. Además, la virtualidad posibilita que los otros estudiantes y el docente interactúen con el sistema creado y presentado a través de Internet, verificando así su eficiencia, potencialidades, alcances y limitaciones de cada trabajo.

Al final del curso, es propuesto un proyecto integrador de los diferentes conocimientos adquiridos durante el mismo. Aún en el caso que el proyecto integrador sea desarrollado grupalmente, es común que en esta situación la carencia de ideas, el temor de postular objetivos demasiado ambiciosos, o simplemente la escasez de tiempo y de recursos dificulte la propuesta y el desarrollo del mismo, desestimulando y amplificando así las dificultades propias de la implementación de

cualquier proyecto práctico. Es por ese motivo que fue implementado este proyecto de IoT aplicado a la automatización residencial con el objetivo de servir como modelo o guía del proyecto integrador a ser desarrollado por los estudiantes.

El presente proyecto fue ideado observando las siguientes condiciones:

- 1) Ser de relativamente fácil desarrollo e implementación.
- 2) Ser de bajo costo.
- 3) Poder ser aplicado a ambientes y condiciones comunes a la mayoría de los estudiantes (residencia con punto de acceso a una red WiFi).

La presentación del presente trabajo demostró servir de estímulo para los estudiantes, además de ofrecer un ejemplo de la complejidad pretendida del proyecto integrador, de sus alcances y potencialidades.

## **Descripción del Proyecto**

A la hora de idear el proyecto, se decidió por una aplicación de IoT en el área de automatización residencial o domótica, principalmente observando la tercera condición mencionada en la Sección 2, y por la facilidad de implementación tanto para el docente como para los estudiantes.

En aplicaciones de domótica, muchas variables pueden ser monitoradas. Entre ellas, cabe mencionar: temperatura, sea de un ambiente o de un artefacto en particular (típicamente, un horno o una heladera), humedad, sea de un ambiente o de un espacio como puede ser un armario o la tierra de una maceta, luminosidad de un ambiente, estado de abertura de puertas, ventanas y persianas, e inclusive obtener imágenes por medio de cámaras web.

Entre las variables a ser controladas, podemos mencionar la temperatura (también de un ambiente o de un artefacto en particular), humedad de la tierra en una maceta o jardín a través de un sistema de riego, control de abertura y trabamamiento de puertas, ventanas y persianas, control de acceso a la residencia, control de la iluminación, activación remota de alarmas, entre muchas otras posibilidades.

Principalmente en función de observar las condiciones numeradas en la Sección 2, se optó por monitorar la temperatura, humedad e iluminación de un ambiente, y controlar el estado de una lámpara de pared a través de un relay.

### 3.1. Dispositivos utilizados

A continuación, se describen brevemente los dispositivos elegidos para la implementación del proyecto.

#### 1) Placa de IoT: Wemos D1 R2

Esta placa está basada en el chip ESP8266 [9]. Entre las principales características de este chip, cabe mencionar:

- CPU de 32 bits funcionando de 26MHz a 52MHz.
- Tensión de operación: 3.3V
- 17 puertas de entrada-salida de 1 bit cada una.
- 1 conversor analógico-digital de 10 bits de resolución.
- Puertas de comunicación serie UART, SPI, I<sup>2</sup>C. Posee la posibilidad de conexión a una red WiFi con padrón IEEE 802.11 b/g/n. Protocolos de seguridad OPEN/WEP/WPA, PSK/WPA2, PSK/WPA, WPA2, PSK.
- Comunicación WiFi con protocolos TCP y UDP con hasta 5 conexiones simultáneas.
- Modos de operación WiFi: Station, Access Point, Station+Access Point.
- Alcance de 91 mts aproximadamente.

En la Fig. 1 se muestran los contactos del ESP8266.

La placa Wemos D1 R2 posee además la posibilidad de comunicación y programación vía una puerta USB y de alimentación externa a través de un conector jack. Tiene un led embutido asociado a la puerta digital 2 y un botón de reset embutido.

Entre las posibilidades de programación de esta placa, se optó por usar la IDE de Arduino [10], donde se deben instalar los drivers correspondientes. Esta IDE permite escribir el código fuente en el lenguaje C.



En la Fig. 2 se observa el layout de estos dispositivos interconectados. Obsérvese que con esta configuración, se puede alterar el estado de la lámpara de pared tanto a través del relay (accionado pela placa de IoT) como con el interruptor de pared originalmente dispuesto para este fin.

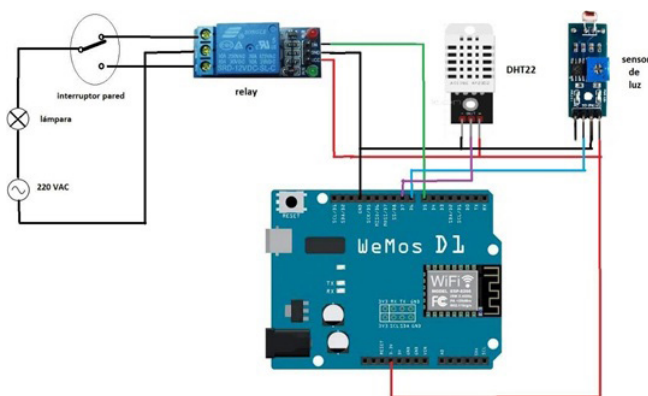


Fig. 2: Layout del proyecto con los dispositivos conectados

### 3.2. Configuración del sistema IoT

El dispositivo debe conectarse a una red local WiFi, cuyo punto de acceso puede ser un roteador de Internet, para comunicarse con un usuario remoto, en una comunicación máquina a máquina (M2M).

Existen diversas arquitecturas y configuraciones de la red usuario-dispositivo que pueden aplicarse. Entre ellas, las principales son:

1) Arquitectura servidor-cliente. En este caso la placa se configura como servidor, sea de una página web que se comunica con un cliente usando el protocolo http o usando un protocolo específico de intercambio de mensajes en una comunicación M2M.

Esta configuración presenta la desventaja que para configurar un servidor al que se pueda acceder remotamente se debe realizar en el software del roteador un procedimiento llamado *port-forwarding*, que consiste en asociar un número de puerto a la dirección de IP local de la placa de IoT (que debe ser fija), a fin de dirigir el tráfico de comunicaciones que llega al punto de acceso desde fuera de la red, a través de un puerto de comunicaciones, hacia la IP local con la que se quiere conectar. En Argentina, no todos los proveedores de Internet permiten este mapeamiento de puertos, siendo este un reclamo común entre los usuarios de estos proveedores.

2) Cliente de un servicio de almacenamiento de datos en la nube. Uno de los servidores más conocidos para este propósito es Thingspeak [13]. Este ambiente permite crear un proyecto donde los clientes subscriptos al mismo envían datos. Los mismos pueden ser visualizados en tiempo real en forma de gráficos exhibidos a través de la página web o pueden ser descargados en un formato adecuado (JSON o CSV). Este ambiente también permite la interacción con MATLAB, para lo cual existe un *toolbox* que permite la descarga de datos de un determinado proyecto de Thingspeak directamente en su espacio de trabajo.

Si bien Thingspeak es un ambiente muy poderoso y con muchos recursos interesantes, presenta la desventaja de no permitir la interacción con la placa de IoT, siendo imposible para el usuario enviar un comando de control de accionamiento del actuador. La comunicación es unidireccional.

3) Utilización de un *broker* o servidor en la nube para comunicación M2M. En este caso el *broker* administra la comunicación entre clientes subscriptos a un mismo proyecto o red. Existen diversos protocolos de comunicación en la camada de aplicación basados en el modelo TCP/IP que pueden utilizar estos servidores, entre los que cabe mencionar CoAP, AMQP, XMPP y HTTP. Sin embargo, el más usado en comunicaciones M2M es el MQTT (Message-Queuing Telemetry Transport) [14- 16].

MQTT es un protocolo creado por IBM en 1999. Está basado en la topología de publicadores y subscriptores de tópicos dentro de los cuales se envían pequeños mensajes, lo cual hace que este protocolo sea adecuado para la conexión de dispositivos remotos. Este protocolo puede ser implementado con un código muy liviano, requiere muy poca energía y poco ancho de banda, por lo cual es ideal para ser implementado en microcontroladores y dispositivos con poca autonomía de energía y limitada capacidad de procesamiento, como es el caso de los sistemas embebidos, y para comunicaciones M2M y aplicaciones de IoT en general.

Por las ventajas mencionadas, se optó por configurar el dispositivo como cliente de un *broker* MQTT instalado en la nube.

### 3.3. Protocolo MQTT

MQTT es un protocolo de comunicación en la camada de aplicación de una red. La comunicación entre clientes conectados a una misma

red es administrada por un servidor supervisor (que puede estar instalado en la nube o en un dispositivo local) llamado *broker*. El *broker* es responsable por recibir y retransmitir los mensajes enviados por los clientes conectados a una misma red. La arquitectura de la red tiene una configuración de estrella. Está basado en la topología publicadores/subscriptores de pequeños mensajes y los clientes conectados a una misma red juegan estos roles [17]. Los publicadores envían mensajes al *broker* bajo un tópico o asunto determinado, los subscriptores que previamente se hayan suscrito a este tópico reciben los mensajes. Por supuesto, la comunicación es bidireccional, así clientes que publican en un tópico, pueden estar suscritos a otros, recibiendo así los mensajes que otros clientes publican bajo esos otros tópicos. El formato de los mensajes es: ‘topic’:‘payload’, donde:

- ‘topic’: tópico o llave de identificación del mensaje publicado.
- ‘payload’: string que contiene el mensaje en sí mismo formateado como una cadena de caracteres.

El tópico puede tener subtópicos (separados por una barra) en una estructura jerárquica. Los subscriptores pueden suscribirse a un conjunto de tópicos usando caracteres comodines o *wildcards* de diferentes niveles [18].

La Fig. 3 muestra un esquema simplificado de la configuración estrella del modelo publicador/subscriptor, donde un sensor de temperatura publica el valor de la medición bajo el tópico “temperature”; dos clientes suscritos a este tópico reciben el mensaje.

El protocolo MQTT es utilizado en la camada de aplicación sobre una base TCP/IP en la camada de transporte, usando los puertos de comunicación 1883 para comunicaciones no encriptadas y 8883 para comunicaciones encriptadas. MQTT soporta tres niveles de calidad del servicio (QoS 0, 1 y 2, respectivamente) a fin de garantizar la confiabilidad en la recepción de los mensajes por parte del *broker* y de los subscriptores (ver detalles sobre los niveles de QoS en [17-19]).

Otros parámetros a ser establecidos en una comunicación usando MQTT son:

- Intervalo *keep alive*: máximo intervalo de tiempo en el cual un cliente debe publicar un mensaje o enviar un requerimiento de “ping” para que el *broker* no considere que está desconectado de la red.
- Flag de retención: en una publicación indica si el *broker* debe

almacenar el mensaje a fin de distribuirlo a los clientes que se suscriban al t3pico con posterioridad al env3o.

- Certificado SSL: indica si la comunicaci3n es encriptada usando el protocolo TLS (Transport Layer Security).
- 3ltimo deseo y testamento: t3pico y payload que pueden ser enviados por un cliente al *broker* cuando se conecta. El mensaje ser3 transmitido a todos los clientes subscriptos a ese t3pico caso la conexi3n con el publicador se pierda inesperadamente.

M3s informaci3n sobre el protocolo MQTT puede encontrarse en [4,14-20].

Existen muchos tipos de *brokers* MQTT con diversas configuraciones y caracter3sticas. Algunos ofrecen sus servicios instalados en la nube, otros requieren que un software espec3fico sea instalado en un terminal local. Algunos requieren el registro de credenciales (nombre de usuario y se3a) para conectarse y otros no. Algunos son gratuitos y otros s3lo pueden usarse bajo una subscripci3n paga. En [21] se publica una lista de *brokers* cuyo servicio est3 publicamente disponible.

Tambi3n existen muchos estudios comparativos de la eficiencia de *brokers* p3blicos. En [20] se estudia el desempe3o de 8 *brokers* gratuitos disponibles en la nube desde el punto de vista del tiempo de respuesta (latencia), la estabilidad en el tiempo de respuesta (regularidad) y la confiabilidad en funci3n del QoS. Otros estudios comparativos del desempe3o de *brokers* MQTT pueden encontrarse en [19,22,23].

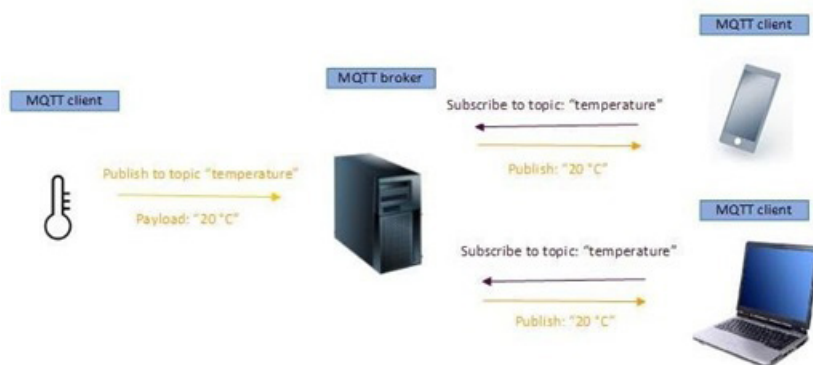


Fig. 3: Ejemplo de una conexi3n publicadores/suscriptores en una configuraci3n estrella [20]



### 3.4 Programación de la placa IoT

Como fue mencionado, la placa Wemos D1 R2 fue programada usando la IDE de Arduino en lenguaje C. Para efectuar la conexión de la placa a una red WiFi se utilizó la biblioteca ESP8266WiFi.h [24]. Para implementar el protocolo MQTT se utilizó la biblioteca Pubsubclient.h [25]. Entre las principales características de esta biblioteca, cabe mencionar:

- Usa protocolo MQTT 3.1.1 por default.
- Puede publicar mensajes con QoS 0, y subscribirse a tópicos con QoS 0 o QoS 1.
- Tiempo de Keep alive programable (default 15 segundos).
- Tamaño máximo de mensaje (incluyendo header) de 256 bytes (configurable).
- Soporta último deseo y testamento, con QoS 0, QoS 1 o QoS 2, y flag de retención.

Para leer el sensor de temperatura y humedad através de una entrada digital como datos en serie, se utilizó la biblioteca dht.h.

El programa primero establece las puertas digitales donde se conectan el relay y el sensor de luz como salida y entrada, respectivamente, e inicializa el sensor DHT22.

Posteriormente se conecta a la red WiFi usando una dirección de IP local dinámica (en este proyecto es irrelevante), y se conecta como cliente a un broker MQTT. En este proyecto se eligió como broker test.mosquitto.org [26], usando la puerta 1883 y con un identificador de cliente (ID) aleatorio.

El dispositivo se suscribe sólo al tópico “CasaBuenosAires/MessFromClient”.

Al conetarse, publica el mensaje “IoT board connected to broker” bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice”.

En la rutina de repetición (loop), primero verifica la conexión con el broker (y reconecta caso se haya perdido). Posteriormente verifica si bajo el tópico subscripto llega el mensaje “client connected”, en cuyo caso publica bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice” el mensaje “welcome client”.

Seguidamente verifica si bajo el tópico subscripto llega el mensaje “/ReportTemp”, en cuyo caso lee la temperatura del sensor y publica un string con este valor bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice/Temperature”. Seguidamente verifica si bajo el

tópico subscripto llega el mensaje “/ReportHum”, en cuyo caso lee la humedad del sensor y publica un string con este valor bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice/Humidity”. Seguidamente verifica si bajo el tópico subscripto llega el mensaje “/ReportLightStatus”, en cuyo caso verifica el estado del sensor de luz, y dependiendo del mismo envía los mensajes “light is on” o “light is off” bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice/LightState”. Además, independientemente de recibir este mensaje, el estado de la luz es reportado en ese mismo tópico periódicamente cada 10 segundos (ya que su estado puede alterarse manualmente con el interruptor de pared). Finalmente, verifica si llega bajo el tópico subscripto el mensaje “/ToggleLight”, en cuyo caso invierte el estado de la salida de relay y publica bajo el tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice/RelayState”, los mensajes “relay is on” o “relay is off” según sea el caso.

Más detalles y el código fuente de este programa están disponibles en [27].

### 3.5 Aplicación del cliente

Para comunicarse con la placa de IoT, se decidió desarrollar un aplicativo para plataformas con el sistema operativo Android. El mismo fue programado usando la IDE RAD Studio 11 Alejandría [28] que permite programar en los lenguajes Delphi o C++. El protocolo MQTT fue implementado usando los componentes TMS MQTT [29]. Estos componentes son de muy simple utilización. Entre sus principales características, cabe mencionar:

- Soporta las versiones MQTT 3.1.1 y 5.0
- Permite QoS 0, 1 y 2
- Reconexión automática
- Requerimiento de ping automático
- Permite último deseo y testamento
- Permite conexiones encriptadas SSL

La aplicación permite una conexión con los siguientes *brokers* a través de la puerta 1883:

- test.mosquitto.org
- broker.hivemq.com
- iot.eclipse.com
- mqtt.flux.io

- test.mosca.io
- broker.mqtttdashboard.com
- broker.emqx.io

Seleccionado el *broker*, la aplicación permite la conexión con el mismo a través de un botón. Otro botón permite su desconexión. Una vez conectado, se suscribe al tópico “CasaBuenosAires/MessFromEndDevice/#” (donde ‘#’ es el comodín de nivel múltiple), y publica secuencialmente en el tópico “CasaBuenosAires/MessFromClient” los mensajes “client connected”, “/ReportTemp”, “/ReportHum”, y “/ReportLightStatus”.

Todos los mensajes recibidos de la placa de IoT son publicados en una ventana. Los valores de temperatura y humedad son mostrados en la pantalla y, dependiendo del mensaje recibido en el subtópico “LightState”, exhibe en la pantalla una foto de la lámpara encendida o de la lámpara apagada, según corresponda. Todos estos mensajes pueden ser requeridos a través de botones de refresco. Además, al presionar sobre la imagen de la lámpara, se envía un mensaje “/ToggleLight”, que altera el estado del relay en la placa de IoT, y un mensaje “/ReportLightStatus” cuya respuesta produce el cambio de la foto en la pantalla de la aplicación.

La Fig. 4 muestra la interface con el usuario de esta aplicación. Más detalles sobre el programa y el código fuente de la aplicación pueden encontrarse en [27].

## Conclusiones

El proyecto de IoT funcionó perfectamente. El acceso remoto a la placa de IoT fue testeado diariamente durante más de cuatro meses y en sólo dos ocasiones el *broker* elegido estuvo indisponible (offline). En todas las otras ocasiones, pudo leerse los valores de temperatura y humedad y alterar el estado de la lámpara remotamente, estado este que también era visualizado en la foto exhibida en la pantalla de la aplicación. La simplicidad del proyecto, con sólo dos sensores y un actuador, fue deliberada persiguiendo objetivos pedagógicos. Consideramos que los mismos fueron ampliamente alcanzados pues en todos los casos los estudiantes mostraron entusiasmo e interés al testear el dispositivo, y nuevas ideas surgieron como proyecto integrador al conocer este proyecto.

Como trabajo futuro, se propone un estudio comparativo de los diferentes *brokers* públicos desde el punto de vista de la confiabilidad en el acceso.

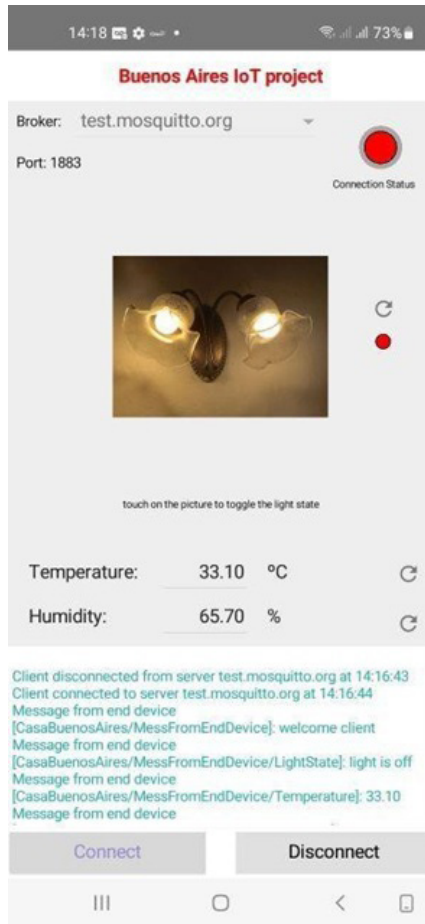


Fig. 4: Pantalla de la aplicación para Android

## Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente desarrollado en el laboratorio del Nucleo de Computação de Alto Desempenho (NACAD) del Departamento de Engenharia Elétrica de la Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia (COPPE) en la Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEE/COPPE/UFRJ) y fue financiado por FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, Processo SEI 260003/011831/2023.

## Referencias

- [1] Ucklemann, D., Harrison, M., Michahelles, F. (Editors): Architecting the Internet of Things. Springer (2011), <https://doi.org/10.1007/978-3-642-19157-2>
- [2] Pfister, C.: Getting started with the Internet of Things. O'Reilly Media Inc. (2011).
- [3] Gubbia, J., Buyyab, R., Marusic, S., Palaniswami, M.: Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems* 29(7), 1645-1660 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- [4] Mishra, B., Kertesz, A.: The use of MQTT in M2M and IoT systems: a survey. *IEEE Access* 8 (2020). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3035849>
- [5] Hersent, O., Bothwarthick, D., Elloumi, O.: The Internet of Things, Key applications and protocols. First Edition. John Wiley & Sons (2012).
- [6] Pazos, F.: Automação de Sistemas & Robótica. Axcel Books do Brasil. Rio de Janeiro (2002). Disponible en <https://sites.google.com/site/fernandoa-pazos/fernando-pazos-quini/automação-e-robótica?>
- [7] Ogata, K.: Modern Control Engineering. Prentice-Hall (1997).
- [8] Pazos, F.: Propuesta de curso práctico de Internet de las Cosas. 12o. Congreso Nacional de Ingeniería Informática - Sistemas de Información (Conaiisi 2024). San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina. Noviembre 2024.
- [9] ESP8266EX datasheet, [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf), último acceso: 14/3/2025
- [10] Arduino, <https://www.arduino.cc/>, último acceso: 14/3/2025
- [11] DHT22 datasheet, [https://cdn.sparkfun.com/assets/f/7/d/9/c/DHT22\\_2.pdf](https://cdn.sparkfun.com/assets/f/7/d/9/c/DHT22_2.pdf), último acceso: 12/03/2025.
- [12] Módulo sensor de luz, <https://programarfácil.com/blog/arduino-blog/ldr-arduino/>, último acceso: 12/03/2025.
- [13] ThingSpeak, <https://thingspeak.com/>, último acceso 14/3/2025
- [14] MQTT: The standard for IoT messaging, <http://mqtt.org/>, último acceso 14/3/2025
- [15] Protocolo MQTT, <https://github.com/mqtt/mqtt.github.io/wiki/MQTT-Protocol>, último acceso 4/4/2024
- [16] Banks, A., Gupta, R.: MQTT Version 3.1.1. Oasis standard. <http://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>, último acceso 14/3/2025
- [17] Soni, D., Makwana, A.: A survey on MQTT: A protocol of Internet of Things (IoT). In *Proceedings of the International Conference on Telecommunication, Power Analysis and Computing Techniques (ICT- PACT)*. Chennai, India (2017), [https://www.researchgate.net/publication/3160\\_18571\\_A\\_SURVEY\\_ON\\_MQTT\\_A\\_PROTOCOL\\_OF\\_INTERNET\\_OF\\_THINGS\\_IOT](https://www.researchgate.net/publication/3160_18571_A_SURVEY_ON_MQTT_A_PROTOCOL_OF_INTERNET_OF_THINGS_IOT)
- [18] Crespo, E.: Aprendiendo Arduino MQTT, <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/19/mqtt/>, último acceso 14/3/2025
- [19] Lee, S., Kim, H., Hong, D., Ju, H.: Correlation analysis of MQTT loss

- and delay according to QoS level. In: Proceedings of the International Conference on Information Networking (ICOIN). Bangkok, Thailand (2013). <https://doi.org/10.1109/icoin.2013.6496715>
- [20] Pazos, F.: Performance evaluation of MQTT broker servers deployed in the cloud. *Memorias de las 52 JAIIO*, 9(3) (2023). <https://revistas.unlp.edu.ar/JAIIO/article/view/18223>. ISSN: 2451-7496. Versión ampliada publicada en *Electronic Journal of Sadio*, ISSN 1514-6774, volumen 23, número 1, pp 117-132. Abril de 2024, <https://doi.org/10.24215/15146774e043>
- [21] Chilukuri, R.T.: Public brokers, [https://github.com/mqtt/mqtt.github.io/wiki/public\\_brokers](https://github.com/mqtt/mqtt.github.io/wiki/public_brokers), último acceso 14/3/2025
- [22] Mishra, B.: Performance evaluation of MQTT broker servers, ser. *Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, vol. 10963, 599-609 (2018). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95171-3\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95171-3_47)
- [23] Mishra, B., Mishra, B., Kertesz, A.: Stress- testing MQTT brokers: A comparative analysis of performance measurements. *Energy* 14(18), (2021). <https://doi.org/10.3390/en14185817>
- [24] Biblioteca ESP8266WiFi.h, <https://github.com/esp8266/Arduino/tree/master/libraries/ESP8266WiFi>, último acceso 14/3/2025
- [25] O'Leary, N.: Pubsubclient: Arduino client for MQTT, <https://github.com/knolleary/pubsubclient>, último acceso 14/3/2025
- [26] Mosquitto, [test.mosquitto.org](http://test.mosquitto.org). MQTT broker, <http://test.mosquitto.org/>, último acceso 14/3/2025
- [27] Pazos, F.: Repositorio del proyecto, <https://github.com/quini27/IoT-project-applied-to-home-automation>
- [28] RAD Studio IDE, <https://www.embarcadero.com/products/rad-studio>, último acceso 14/3/2025
- [29] TMS MQTT, Componentes TMS MQTT para RAD Studio, <https://www.tmssoftware.com/site/tmsmqtt.asp>, último acceso 14/3/2025

# La inteligencia artificial generativa como herramienta de innovación en la enseñanza

*Mariela Delauro, Mariela Sánchez,  
Mabel Compagnoni<sup>1</sup>*

## Resumen

El presente trabajo desarrolla un análisis de la capacitación llevada a cabo por el Departamento de Ingeniería e Investigaciones tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), en la cual los docentes abordan la aplicación de las herramientas tecnológicas provistas por Inteligencia Artificial Generativa (en adelante IAG) dentro del ámbito educativo.

Hoy en día nos encontramos vivenciando avances tecnológicos de gran impacto, es en ese contexto, en que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación ha emergido como un tema de estudio, esto genera la necesidad de que el profesorado se capacite para acompañar esta transformación educativa. Para ello, se diseñaron dos cursos de capacitación donde se facilita el uso de la tecnología (IAG) aplicada en la educación, mediante tutoriales y ejemplos concretos, que permitan valorar la aplicación en la práctica pedagógica cotidiana. Al finalizar la capacitación se implementó una encuesta en la cual se solicitó a los participantes que especificaran qué aspectos de la misma consideraban como positivos, interesantes, necesarios y su aplicabilidad en su labor docente. Los resultados obtenidos demostraron un alto nivel de satisfacción de los docentes respecto a la utilización de la IAG como herramienta de innovación en la enseñanza.

**Palabras Claves:** Inteligencia artificial generativa; Educación; Capacitación Docente

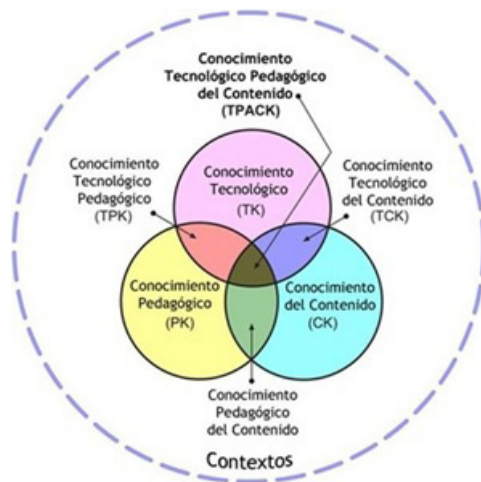
---

1. Universidad Nacional de La Matanza (mdelauro, msanchez, mcompagnoni, [@unlam.edu.ar](mailto:@unlam.edu.ar)) Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas Artículo sobre Tecnología Informática Aplicada en la Educación.

## Fundamentación

Estando inmersos en un contexto que se caracteriza por los grandes avances debido al advenimiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el perfeccionamiento de la IAG, se evidencia el impulso de nuevos cambios en las metodologías de enseñanza, por lo que resulta indispensable que el profesor desarrolle nuevas habilidades para llevar adelante su propósito educacional.

Para el desarrollo de estas competencias es necesario que el docente se capacite y la forma efectiva de lograrlo es aplicando lo que plantea la Pedagogía Emergente TPACK o Metodología TPACK por su sigla en inglés (Technological PedAgogical Content Knowledge). El mismo apunta a integrar las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y la Comunicación), pero sin olvidarse del contenido curricular y el pedagógico. Esto se presenta en el siguiente esquema.



La necesidad de explorar la acción docente en un sentido transformador de su práctica y el compromiso con las demandas socioeducativas, requieren la capacidad del docente para introducir innovación y cambios en el proceso educativo, al actuar con apertura mental ante nuevas ideas o enfoques teóricos, así como identificar las tendencias más importantes en la conceptualización de los cambios requeridos.

Como lo expresa Salinas (1999), el énfasis debe ponerse en la docencia, en los cambios de estrategias didácticas de los profesores, en los sistemas de comunicación y distribución de los materiales de



aprendizaje, en lugar de enfatizar la disponibilidad y las potencialidades de las tecnologías.

Por su parte, Luis Campos de Laire (2025), en su artículo “Formación Docente en IA: La Clave para una Educación del Futuro”, enfatiza la necesidad que los docentes no solo se capaciten en el uso de aplicaciones de Inteligencia Artificial, sino que sean capaces de comprender cómo pueden aprovecharlas para mejorar las experiencias de enseñanza y aprendizaje. Pedro Luis Figueroa (2024) retoma esta idea aclarando que “...es crucial que los educadores adopten un enfoque estratégico y reflexivo, combinando los recursos y metodologías tradicionales con las nuevas tecnologías de Inteligencia Artificial.

Esto implica evaluar cuidadosamente cuándo y dónde utilizar la IA de manera efectiva, sin reemplazar las interacciones humanas y los enfoques pedagógicos profundos.” Por esto, propone distintos niveles para llegar a su implementación:

- *Punto de partida*: hacer un análisis profundo de la propia práctica pedagógica dentro del contexto donde se desempeña cada uno desde el punto de vista profesional para identificar fortalezas y aspectos mejorables y desde allí, reflexionar sobre la integración efectiva para fortalecer sus competencias digitales.
- *El Descubrimiento*: familiarizarse con distintas aplicaciones de IA realizando pruebas, ensayo – error, mirando videos tutoriales, trabajando con otros colegas, etc. Es decir, aprender a operar desde el punto de vista instrumental, pero siempre pensando en las posibilidades de aplicación dentro de su práctica pedagógica.
- *Implementación*: diseñar recursos para la enseñanza como por ejemplo presentaciones, videos, generación de imágenes, avatares parlantes, textos a partir de asistentes (GPT, Copilot, Gemini, Deep Seek, entre otros), actividades, evaluaciones, etc. A esto se suman las posibilidades de implementar alguna estrategia para el uso de la IA junto con los estudiantes. Por ejemplo: a partir de una temática a trabajar, invitar a los estudiantes a que soliciten información GPT y en Copilot, comparando los “prompts” utilizados y la información generada y fomentando actividades de recreación de lo encontrado en la redacción de un trabajo.
- *Transformación*: convertirse en líder promoviendo el uso entre los demás colegas para una integración efectiva de la IA dentro del diseño curricular. Este nivel abre las puertas a la conformación de equipos de trabajo y hasta comunidades de práctica para producir, investigar y analizar en forma conjunta.

En los dos cursos de capacitación docente implementados se trabajan los tres primeros niveles enumerados por Pedro Luis Figueroa (2024), puesto que tiende al saber - hacer, pero también al diseño de recursos concretos para que cada docente pueda aplicarlos en su práctica cotidiana, fomentando la reflexión y el intercambio con los demás colegas. En síntesis, es imprescindible que los docentes desarrollen competencias digitales sólidas para poder implementar la IA, pero también para preparar a los estudiantes de la mejor manera para enfrentar los desafíos actuales y los que vendrán en el futuro.

Claro (2010), asegura que las TIC son tan sólo instrumentos, herramientas, que pueden formar parte de los componentes curriculares como recursos pedagógicos. Los beneficios que se obtengan por la apropiación efectiva de las TIC dependen, sobre todo, del enfoque pedagógico utilizado en la planeación y desarrollo de la clase, de la capacidad de los actores para aprovechar todas las oportunidades que éstas brindan, y de la actitud que adopten el profesor y los estudiantes para la enseñanza y el aprendizaje, respectivamente.

Por otra parte, Arango y Manrique (2020), especifican que los recursos educativos digitales abiertos motivan, promueven y propician su uso, adaptación, actualización y personalización con fines formativos. Desde estos se pueden identificar rasgos e intenciones de la didáctica del profesor, tales como aspectos en favor de la comprensión y construcción de saberes en el estudiante.

Según Iriarte y otros (2013) los Recursos Educativos Digitales “son cualquier tipo de información que se encuentre almacenada en formato digital, pero además poseen una intencionalidad educativa, con objetivos de aprendizaje definidos y un diseño según las características didácticas específicas para facilitar el aprendizaje”.

Por esto, es imprescindible que los docentes produzcan materiales multimediales e interactivos que resulten atractivos, pero que también aprovechen las posibilidades de las herramientas digitales para que los mismos estudiantes produzcan con ella. Esto se potencia con aquellas herramientas que además incluyen aplicaciones de Inteligencia Artificial Generativa, puesto que a través de las mismas se facilita la creación de contenido inteligente como presentaciones, videos, posters, documentos, etc.

## **Propuesta de capacitación**

Teniendo en cuenta que el medio didáctico, según sostiene Ruíz (2012), está constituido por el conjunto de los “instrumentos que los

profesores emplean para que los alumnos entren en contacto con los contenidos de aprendizaje” se ha optado por aplicar distintas herramientas de inteligencia artificial en los cursos desarrollados con el propósito de promover la creación actividades didácticas que tiendan a motivar más al alumnado. Pues como afirma Graells (2004), el medio didáctico “es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje”. Por eso se diseñaron una diversidad de actividades y evaluaciones aplicando inteligencia artificial a modo de ejemplo, también se posibilitó el acceso tutoriales como recursos educativos, porque como asevera González (2015), “los recursos didácticos se convierten en herramientas de apoyos, ayudas, estrategias, vías, acciones didácticas para que se efectúe esta enseñanza y aprendizaje, involucrándose de esta manera aspectos motivacionales en los procesos de atención para el manejo eficiente de la información”.

Actualmente, hay muchas aplicaciones desarrolladas con IA aplicadas al ámbito educativo. Por esta razón, se considera necesario que los docentes se preparen para usar estas aplicaciones en el quehacer cotidiano del ejercicio de su labor pedagógica. Concretamente, que puedan identificar las distintas aplicaciones gratuitas de IA que existen para implementarlas dentro del modelo TPACK, donde la Tecnología del Aprendizaje y la Comunicación se integra a los procesos de enseñanza y aprendizaje para favorecer el proceso de construcción del conocimiento y facilitar el acompañamiento al trayecto formativo de los estudiantes. Además, que identifiquen las ventajas de la IA en Educación.

Entre otras:

- *Automatización de Tareas*: reduciendo carga laboral administrativa y de evaluación.
- *Creación de contenido inteligente*: lecciones digitales y recursos educativos variados.
- *Exámenes*: eficiencia, precisión y detección de plagio.
- *Asistencia permanente*: chatbots y apoyo educativo.

Es por ello, que el Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza, dentro de las políticas académicas a implementar en este año, ha incorporado una propuesta de capacitación referida a la innovadora integración de las herramientas de la IAG como recursos para ser aplicados como parte del proceso de enseñanza en la formación de sus estudiantes. Además, porque un docente que

trabaja en entornos virtuales o híbridos, es el que lidera a través del uso eficiente de la tecnología al servicio de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En base a esto, se organizaron dos cursos talleres:

1. *Creación de actividades con IA*: uso de distintas herramientas que facilitan la creación de actividades para los alumnos. Reflexión crítica, posibilidades de aplicación e identificación de las competencias que se promueven desarrollar mediante el uso.
2. *Generación de Evaluaciones con IA*: elaboración de cuestionarios de evaluación en base a temáticas y documentos específicos. Valoración y reflexión crítica de lo generado a través de las herramientas de IA y la exportación a distintas herramientas digitales de aplicación.

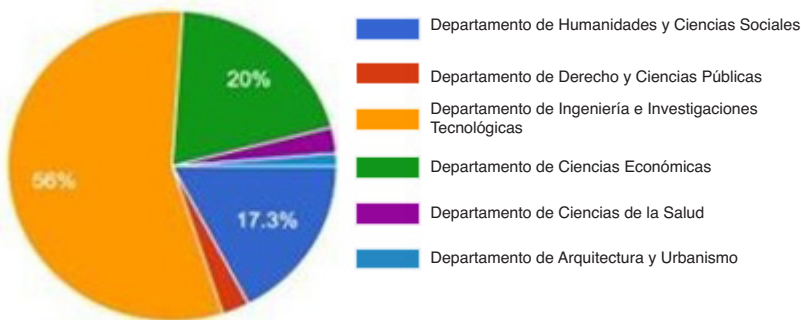
Los objetivos de los talleres son:

- Identificar las ventajas del uso de herramientas digitales de Inteligencia Artificial para la creación de recursos y generación de actividades.
- Determinar el valor de las herramientas de generación de evaluaciones como un medio facilitador dentro de la tarea docente.
- Reflexionar críticamente sobre el uso pedagógico de las distintas aplicaciones de la Inteligencia Artificial desde el punto de vista ético, sus posibilidades y limitaciones.

El propósito de este trabajo es dar testimonio de las experiencias académicas recogidas tras la implementación de estos cursos vinculados con la tecnología aplicada a la educación.

## **Implementación de la propuesta**

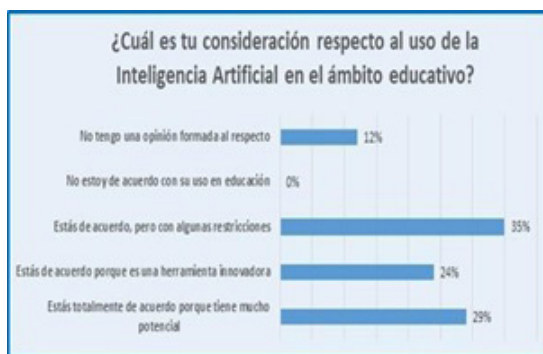
La implementación de la propuesta generó una importante convocatoria y tuvo una gran aceptación por parte de los docentes, 75 inscripciones a los cursos propuestos distribuidos de la siguiente manera:



Departamento donde se desempeña (75 respuestas)

Cabe destacar, que la mayoría de los docentes inscriptos pertenecen al DIIT, pero también docentes de otros departamentos participaron de la capacitación. Además, lo importante es que el 77% se inscribió en ambos cursos.

Al inicio del primer curso, se organizó un encuentro sincrónico, comenzando con una consulta (*Mentimeter*) constituida por una única pregunta respecto a la consideración del cursante en relación con el uso de la IA en el ámbito educativo. Observamos el gráfico que expresa los resultados obtenidos:



Para la valoración de las actividades confeccionadas como parte de la evaluación de la capacitación, se construyeron guías con criterios y valores, en cuyo diseño se utilizó la aplicación que utiliza IA denominada *Magic School*, con adaptaciones definidas por el grupo de tutoras. Se detallan a continuación algunos aspectos de estas guías a modo de ejemplo:

## *Guía de criterios para el curso de Creación de Actividades con IA:*

<b>Utilidad de las herramientas</b> La idea es que especifiquen los fundamentos de por qué consideran que las herramientas de inteligencia artificial son útiles para la generación de actividades que se utilizarán en la clase. Entre otros aspectos, pueden retomar el tema del tiempo. <b>Puntuación máxima 3</b>
<b>Acceso a la actividad</b> Es importante asegurarse que el recurso puede visualizarse sin dificultad a través de la URL compartida o acceder al archivo en el supuesto caso que se necesite. <b>Puntuación máxima 1</b>
<b>Selección de la herramienta para generar la actividad.</b> Debe ser una actividad que los estudiantes puedan resolver, es más, que la herramienta seleccionada sea la más apropiada para los objetivos que se persiguen. Si es online, no olviden asegurarse que puede visualizarse de manera directa. Caso contrario, es muy importante detallar cómo se compartirá, las instrucciones para acceder, realizarla y los elementos necesarios. <b>Puntuación máxima 6</b>

## *Guía de criterios para el curso de Generación de Evaluaciones con IA:*

<b>Ventajas del uso de herramientas de Inteligencia Artificial</b> Focalizarse especialmente en fundamentar las ventajas, sobre todo, vinculadas con el tiempo y facilidad en la generación de la propuesta de evaluación. <b>Puntuación máxima 3</b>
<b>Acceso a la evaluación</b> Es importante asegurarse que el recurso puede visualizarse sin dificultad a través de la URL compartida. <b>Puntuación máxima 1</b>
<b>Generación de la Evaluación</b> Es importante que la evaluación se haya generado con alguna de las herramientas de IA propuestas en el curso y que se note que a través de lo producido están aplicando lo que fundamentaron en el párrafo previo. <b>Puntuación máxima 6</b>

Algunos materiales didácticos creados a modo de ejemplo en el cursado de la capacitación son los que se muestran a continuación:



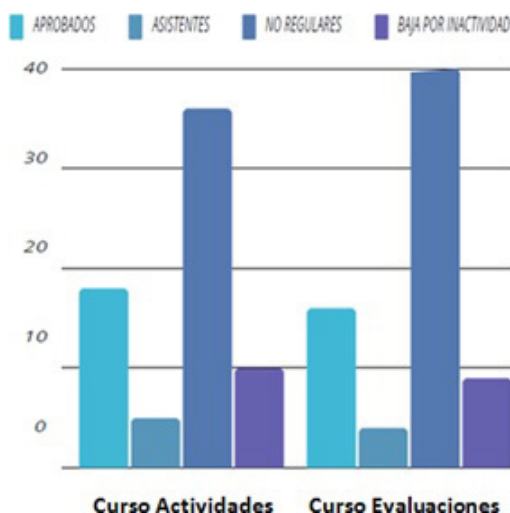
Actividad denominada **El Rosco** generada con de la herramienta Educaplay con ayuda de la IA provista como recurso del **Curso Producción de Actividades para los alumnos**



Evaluación evaluativa tipo cuestionario generada con de la herramienta QuizGecko con ayuda de la IA provista como recurso del **Curso Generación de Evaluaciones**

## Resultados obtenidos

El siguiente gráfico muestra los resultados obtenidos en cada uno de los cursos desarrollados:



Al finalizar las instancias de la capacitación, se consultó a los participantes a través de una encuesta PINA (Positivo, Interesante, Necesario, Aplicabilidad), su consideración respecto a la utilización de la IAG durante los cursos realizados.

Concretamente, solicitamos las siguientes preguntas dentro de este método:

- *Positivo*: ¿qué aprendí?
- *Interesante*: ¿Cómo se me facilitó aprenderlo? ¿Cuáles dificultades experimenté para aprenderlo?
- *Necesario*: ¿Qué requiere reforzar o aprender?
- *Aplicabilidad*: ¿Cómo aplicaría los conocimientos adquiridos en mi práctica pedagógica? ¿Cómo mejoraría mi desempeño como docente?

Los cursantes destacaron los siguientes aspectos:

- *Facilidad de uso*: Los participantes encuentran las herramientas de IA intuitivas, lo que facilita su aprendizaje y aplicación en sus clases.
- *Mejora en la creación de Contenidos Didácticos*: Utilizan la IA para mejorar los prompts y obtener resultados más específicos. Las herramientas ayudan en la creación de actividades que refuerzan el aprendizaje del estudiante, facilitan la función de curador de



contenidos, propia de la docencia. También posibilitan la gamificación en el aula como estrategia de aprendizaje y el seguimiento académico.

- *Curiosidad por utilizar, visualizar tutoriales y sobre todo la experimentación:* Reconocen la utilidad de los tutoriales para aprender a usar las aplicaciones. La práctica mediante prueba y error es fundamental para dominar las herramientas.
- *Eficiencia y organización:* Las herramientas permiten simplificar el trabajo y generar interés entre los estudiantes. Se destaca el ahorro de tiempo en la tarea docente y acceso a recursos variados y creativos.
- *Uso de herramientas específicas:* Valoran el uso de aplicaciones como Educaplay, Magic School, SendSteps, Mentimeter, Testualia, QuestGen QuizGecko y Question Well, aunque expresan un interés por probar otras disponibles. Enfatizando la importancia de analizar críticamente las creaciones obtenidas
- *Interacción con los estudiantes:* Hay una expectativa por compartir lo aprendido con sus estudiantes, aumentando su interés y participación. Sugerencias para enseñar a sus estudiantes sobre la verificación de información y evitar el plagio.

Además, se identificaron los siguientes retos:

- Limitaciones en la utilización de la simbología matemática.
- Continuidad de la práctica y búsqueda de más funciones de las aplicaciones para mejorar el desempeño docente y la calidad del material educativo.
- Mejorar la formulación de prompts y la comprensión de cómo incorporar eficazmente en clase, las diferentes opciones de herramientas de IAG.
- Abordaje para la transparencia en el uso de herramientas de IA en la escritura académica.

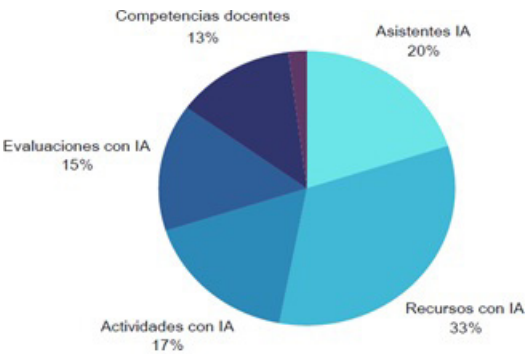
El análisis de las respuestas obtenidas a través del Método de Evaluación PINA es muy positivo, destacando el uso de herramientas que permiten la generación de contenidos, tanto de información como imágenes, destacando el ahorro de tiempo y la creación de experiencias de aprendizaje más atractivas, evaluaciones y otros recursos necesarios para la labor docente.

También se recibieron sugerencias que permitirán a futuro, profundizar ejes de trabajo, como, por ejemplo: mejorar el manejo de las

licencias y aprovechar las versiones gratuitas, así como profundizar sobre los derechos de autor de las imágenes y el uso correcto de Creative Commons.

**Acciones futuras**

Como última instancia, 42 docentes del DIIT respondieron a la consulta formulada respecto de cuáles capacitaciones serían de su interés realizar a futuro, se detallan los resultados obtenidos:



Tomando como base la indagación realizada, las tutoras y el DIIT, presentan la continuidad del programa de formación y capacitación docente en herramientas de IA y su integración en las aulas.

Las propuestas implementadas a lo largo del 2025, incluyen cinco cursos autogestionados con una extensión máxima de cinco semanas para cumplir con la actividad final, lo que permite obtener la certificación de 20 horas.

Además, se diseñaron dos talleres prácticos, de encuentro único, para abordar el diseño de bots educativos y otro para diseñar de manera efectiva herramientas de evaluación y seguimiento académico, ambos con IA.

**Conclusión**

Los cursantes valoran como interesante la información proporcionada por las tutoras, las videoconferencias iniciales de cada curso, que facilitaron el aprendizaje en el uso de las herramientas presentadas. A esto se suman los videos tutoriales incluidos en las clases, así como

también los ejemplos de aplicación concretos, la importancia del saber - hacer, la facilidad y rapidez con la que se producen materiales y actividades mediante el uso de aplicaciones de IAG.

Los participantes aprendieron a utilizar la IA para crear diversos tipos de evaluaciones (diagnósticas, auto evaluaciones, exámenes) y contenido didáctico, incluyendo actividades de aprendizaje.

Además, las herramientas de IA permitieron generar actividades a partir de textos propios, y desarrollar el concepto de gamificación, no solo para entornos de aprendizaje virtuales, sino también aplicados a modelos presenciales o híbridos.

Se identificaron algunos desafíos, como el volumen de información, la rápida evolución de la IA, el acceso a datos de alta calidad.

La necesidad de mejorar las habilidades para escribir indicaciones (prompt engineering) y encontrar estrategias para superar las limitaciones de las herramientas gratuitas.

Los participantes planean usar sus nuevas habilidades para crear actividades de aprendizaje más atractivas, reducir el tiempo dedicado a la creación de contenido didáctico y desarrollar otros métodos de evaluación innovadores.

## Bibliografía

- Arango, S y Manrique, B. (2020, 27 de junio). Institución Universitaria Digital de Antioquia- Colombia [ponencia] 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Sevilla, España. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9141066>
- Campos de Laure, Luis. (27 de enero de 2025). Formación Docente en IA: La Clave para una Educación del Futuro [Publicación]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/formaciC3 B3n-docente-en-ia-la-clave-para-una-educaciC3B3n-campos-de-laure-aemwf/>
- Claro, M. (2010) Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte. “Diálogo político inclusivo e intercambio de experiencias”. Documento elaborado en coordinación con Guillermo Sunkel y Daniela Trucco, de la División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del proyecto financiado por la Unión Europea, @LIS2, Alianza para la Sociedad de la Información 2. En: <https://repositorio.cepal.org/browse?type=pr oject&rpp=10000>
- Figueroa Pedro Luis. (29 de abril de 2024). Competencias digitales docentes en tiempos de IA [Publicación]. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/formaciC3 B3n-docente-en-ia-la-clave-para-una-educaciC3B3n-campos-de-laure-aemwf/>
- González, I. “El recurso didáctico Usos y recursos para el aprendizaje

dentro del aula”. Editado por María Vitaliana Villanueva Zotéz. Escritos en la Facultad (Buenos Aires) 3, n° 109 (agosto 2015): 106.

- Graells, P. M. 2004. Los medios didácticos. Obtenido de la Universidad de Barcelona: <https://censc.org/studyhall/documentos/06mediosdidacticos.htm>
- Iriarte, F., Ricardo, C., Ballesteros, B., Said, E., Jabba, D., Vergara, E., Ordoñez, M., & Salas, J.D. (2013). EVRE: un espacio virtual que te permite integrar las TIC a tus prácticas pedagógicas. Recuperado de: <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/evre/acercade.php>
- Learning Heroes. Magic School: ¿Qué es y por qué está transformando el aprendizaje? Publicado en web, URL: <https://www.learningheroes.com/aprende-inteligencia-artificial/que-es-magic-school-ai-educacion-con-ia>
- Posada Prieto, Fernando (25/05/2024) Magic School AI: Suite de herramientas productivas para educación. Publicado en Canal TIC, URL: <https://canaltic.com/blog/?p=5602>
- Ruíz, V. F. 2012. Medios materiales y didácticos. Obtenido del programa de investigación sobre la docencia en el CCH. Seminario de investigación educativa: [https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/textos/material\\_didactiko.pdf](https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/textos/material_didactiko.pdf)
- Salinas, J. (1999). “El rol del profesorado universitario ante los cambios de la era digital”. Actas del I Encuentro Iberoamericano de Perfeccionamiento Integral del Profesor Universitario. Caracas: Universidad Central de Venezuela. En:[http://koha.educacion.gob.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14852&shelfbrowse\\_itemnumber=37044#shelfbrowser](http://koha.educacion.gob.ar/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=14852&shelfbrowse_itemnumber=37044#shelfbrowser)
- TPACK, Sitio Oficial, <http://www.tpack.org>

# **Analítica de interacciones en un ambiente virtual de aprendizaje aplicando técnicas de inteligencia artificial<sup>1</sup>**

*Marcelo Dante Caiafa,<sup>2</sup> Alejandro Bevilacqua,<sup>3</sup>  
Gustavo Mauricio Rosales<sup>4</sup>*

## **Resumen**

La analítica de ambientes virtuales de aprendizaje se ha convertido en una interesante herramienta para comprender y optimizar la experiencia educativa en plataformas digitales.

Este enfoque permite analizar e interpretar datos generados por los estudiantes durante su interacción en ambientes virtuales de aprendizaje proporcionando información sobre su comportamiento, desempeño y necesidades.

Este trabajo tiene como objetivo recolectar, analizar e interpretar datos generados por los estudiantes durante su interacción en clases virtuales sincrónicas mediante técnicas de inteligencia artificial.

El estudio se basa en la utilización de algoritmos de procesamiento de lenguaje natural para analizar las transcripciones de los registros grabados durante las clases y la aplicación de modelos de aprendizaje automático para interpretar las interacciones.

Las interacciones en un entorno virtual sincrónico de aprendizaje se analizan mediante la identificación de variables en la dimensión conductual, emocional y cognitiva.

Los resultados pretenden aportar valor en la mejora de los procesos educativos en línea para optimizar la experiencia de aprendizaje.

**Palabras clave:** aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural, ambiente virtual de aprendizaje, inteligencia artificial.

---

1. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de La Matanza, Argentina.

2. mcaiafa@unlam.edu.ar

3. abevilacqua@unlam.edu.ar

4. grosales@unlam.edu.ar

## Introducción

La analítica de aprendizaje y la inteligencia artificial (IA) han crecido en los últimos años gracias al desarrollo de algoritmos para hacer recomendaciones, tomar decisiones y aprender en diferentes contextos. Ambas emergen como herramientas para mejorar la calidad educativa de los ambientes virtuales de aprendizaje. [1]

El desempeño en las clases en línea adquiere particular relevancia en el aprendizaje a distancia. La disponibilidad de datos a partir de los registros de clases virtuales posibilita el uso de técnicas analíticas de IA para evaluar los distintos niveles de interacción [2].

La participación en el aprendizaje en línea se ha convertido en un factor clave para medir la efectividad de los entornos educativos digitales que algunos autores abordan en tres dimensiones conductual, emocional y cognitiva [3]. La *participación conductual* refiere a la cantidad de interacciones y actividades realizadas por los estudiantes, como respuestas a preguntas o contribuciones en foros; la *participación emocional* aborda el nivel de entusiasmo o interés demostrado hacia el contenido; y la *participación cognitiva* evalúa el grado de comprensión de conceptos.

## Análisis de la participación en línea

La participación en línea puede evaluarse desde distintas dimensiones, ya sea la interacción con el contenido, la cantidad y calidad de las respuestas, el nivel de compromiso con la propuesta. Estas no dependen sólo de las interacciones, los factores emocionales también influyen en el desempeño académico [4].

## Procesamiento del lenguaje natural

La aplicación de técnicas de IA permite identificar patrones, mejorar la personalización del contenido y detectar oportunidades para intervenir en el proceso educativo.

El procesamiento de lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) y el aprendizaje automático o aprendizaje de máquina (ML) son dos categorías dentro de IA.

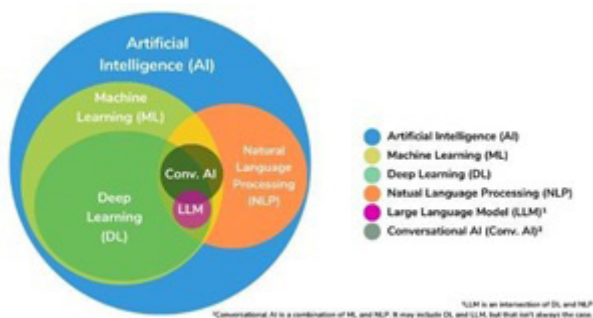


Figura 1: Diferentes categorías dentro de inteligencia artificial  
Fuente: Gennadiy Bezko, blog MiaRec

Mientras que el NLP se enfoca en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano, permitiendo a las máquinas comprender, interpretar y generar texto o habla de manera coherente, el ML se centra en desarrollar algoritmos que permiten a las máquinas aprender de datos y mejorar su rendimiento sin intervención humana directa.

La IA en la educación implica el uso de modelos matemáticos y computacionales para emular ciertos aspectos cognitivos como la toma de decisiones o el análisis de patrones [5]. Sus algoritmos son capaces de analizar grandes cantidades de datos para extraer patrones y tendencias [6] y tienen la capacidad de procesar textos, identificar emociones, evaluar la calidad de las respuestas y medir la participación de manera objetiva [7].

En el ámbito educativo, el NLP se aplica para examinar las respuestas textuales de los estudiantes, analizar las transcripciones de las clases grabadas, y evaluar las interacciones de los estudiantes con el contenido educativo [8]. Permite procesar y analizar las interacciones mediante el análisis de los textos resultantes de las transcripciones. Facilita la identificación de emociones y es útil para medir el compromiso y el enfoque de los estudiantes [9].

## Técnicas de aprendizaje automático para analizar el desempeño

El ML permite que las máquinas identifiquen patrones sin intervención humana directa, lo que es especialmente útil en el análisis de datos no estructurados como los textos generados en entornos educativos en línea. En el ámbito educativo, se puede aplicar para analizar el rendimiento, predecir la deserción, y medir el impacto de

diferentes estilos pedagógicos. El uso de modelos de ML puede revelar tendencias que de otra manera serían difíciles de identificar [11].

Los modelos de *Redes Neuronales Recurrentes y Transformers* (como BERT) son capaces de captar relaciones complejas y patrones de secuencia, lo que permite una evaluación de las interacciones e identificación de la emocionalidad o el tono de los mensajes [12].

## **Problemática para resolver**

Las plataformas de educación en línea generan grandes volúmenes de datos derivados de las interacciones como foros, chats, y transcripciones de clases grabadas.

La participación es un factor clave para un aprendizaje efectivo, y se puede evaluar desde varias dimensiones, lo que plantea un desafío significativo. La disponibilidad de datos y algoritmos para analizarlos objetivamente ofrece una oportunidad para aportar valor al proceso de aprendizaje, lo que conduce a:

- ¿Cómo utilizar técnicas de IA para generar herramientas automáticas que permitan analizar el desarrollo de clases virtuales?
- ¿Cuáles son las variables que permitan el análisis de ambientes virtuales de aprendizaje a partir del tratamiento analítico de datos?

## **Justificación**

El uso de técnicas avanzadas de IA, como el NLP y ML, en el análisis de la participación en clases grabadas tiene el potencial de transformar la manera en que se evalúan los entornos de aprendizaje virtuales. Este trabajo busca contribuir a la construcción de herramientas automáticas para medir la participación y generar información valiosa que permita tomar decisiones informadas para mejorar estrategias pedagógicas.

Con la creciente adopción de la educación en línea, disponer de sistema que enriquezca la evaluación y retroalimentación podría aportar a una mejor adaptación a las necesidades de los estudiantes y a un aprendizaje más efectivo.

## **Objetivo del trabajo**

El objetivo del presente trabajo es el desarrollo de un sistema au-



tomatizado basado en técnicas de ML y NLP para analizar y medir la participación de docentes y estudiantes en las clases utilizando como base los registros correspondientes a la grabación de clases sincrónicas en entornos virtuales.

## **Objetivos secundarios**

1. Definir las variables adecuadas, en cantidad y forma, de modo que permitan un análisis cuantitativo de las participaciones de docente y estudiantes.
2. Desarrollar un modelo de NLP que detecte y clasifique las características de las interacciones a partir del texto
3. Diseñar un sistema de clasificación de participaciones basado en ML para categorizarlas de forma que se puedan medir.

## **Desarrollo del trabajo**

El trabajo se estructura en cinco etapas ejecutadas secuencialmente. Se utiliza Python como lenguaje de programación por considerarse adecuado por sus características. Se trata de un lenguaje interpretado, de alto nivel, de tipado dinámico, multiplataforma, de código abierto, orientado a objeto, gran comunidad, diversidad librerías, etc [13].

En la primera etapa se realizaron las tareas de recolección de datos.

En la segunda se dedicó al preprocesamiento de los datos y la tercera a la selección de las métricas para la elaboración del primer indicador a partir de análisis de datos con la librería Numpy.

En la instancia número cuatro se recurrió a herramientas de machine learning para construir modelos que permitan la elaboración de otros dos indicadores.

En la quinta etapa se evalúa y se valida el modelo. Eventualmente se realizan los ajustes que fueran necesarios.

En la última etapa se analizan los resultados y se construyen los gráficos para visualizarlos.

### *Etapa 1: Recolección de los Datos*

Se comienza con la recopilación de las diez clases grabadas de física correspondientes al primer año de ingeniería de UNLAM. Se utilizó como herramienta de grabación la plataforma de colaboración MS Teams, que regularmente utiliza la universidad para dictar las clases sincrónicas virtuales. La misma disponibiliza los registros de

las grabaciones en formato de video mp4. A partir de allí se traspasó sólo el audio para su posterior procesamiento en formato mp3. El primer paso consiste en transcribirlas automáticamente a texto para construir el conjunto de datos a analizar. Se utilizó una integración con la librería *asemblyai* mediante una API pública.

```
import assemblyai as aai
import pandas as pd
import nltk from nltk.tokenize
import sent_tokenize
#Defino llave de API
aai.settings.api_key = "87808a54e93945f2b2632cb01e740bd7"
#Seteo idioma y activo la detección de hablantes. Agrego rutas de files
config = aai.TranscriptionConfig(language_code="es", speaker_labels=True)
audiofile_path1="C:\Users\rosal\Downloads\ClaseFisica1_prueba.mp3"
audiofile_path2="C:\Users\rosal\Downloads\Clase2Fisica1_prueba.mp3"
audiofile_path3="C:\Users\rosal\Downloads\Clase3Fisica1_prueba.mp3"
audiofile_path5="C:\Users\rosal\Downloads\clase5Fisica1_prueba.mp3"
audiofile_path6="C:\Users\rosal\Downloads\clase6Fisica1_prueba.mp3"
audiofile_path9="C:\Users\rosal\Downloads\clase9Fisica1_prueba.mp3"
audiofile_path10="C:\Users\rosal\Downloads\clase10Fisica1_prueba.mp3"
#Listas con las que vamos a trabajar
listaPreguntas=[]
listaRespuestas=[]
listaHablaantes=[]
listaDiscursos=[]
#Configuraciones iniciales
def generarTranscripcion(audiofile_path,config,nombreArchiv):
    transcriber = aai.Transcriber(config=config)
    transcript = transcriber.transcribe(audiofile_path)
    transcription_txt=transcript.text #Genera texto(string)
    #Almacenamos los textos y los hablantes en listas
    for utterance in transcript.utterances:
        speaker = utterance.speaker
        text = utterance.text
        listaHablaantes.append(speaker)
        listaDiscursos.append(text)
```

Figura 2: Parte del script de integración API

Fuente: Elaboración propia

El resultado se contrastó con un procesamiento similar mediante el algoritmo *speech-recognition* de la librería de Python.

### *Etapas 2: Preprocesamiento de los datos*

El preprocesamiento es una etapa donde se preparar los datos de texto para el análisis. Incluye los siguientes pasos:

**Limpieza de texto:** elimina errores, caracteres especiales, no deseados, y otros que afecten.

**Tokenización:** segmenta el texto en unidades más pequeñas palabras, frases o párrafos.

**Eliminación de stopwords:** elimina palabras vacías que no aportan información relevante. **Lematización/Stemming:** transforma cada

palabra a su forma raíz, para que identificar las variaciones de una misma palabra.

Identificación de turnos del habla: segmenta las intervenciones identificando al hablante.

*Etapas 3: Elaboración de indicadores*

Basados en la clasificación de la participación definida en las dimensiones conductual, emocional y cognitiva.

**Indicador conductual**

Este indicador refiere al grado de involucramiento de los estudiantes en las actividades. Los modelos de NLP pueden medir el compromiso mediante el análisis de la frecuencia de interacción y la pertinencia de las intervenciones dentro de la clase [14].

Se mide la cantidad de interacciones, sea de preguntas formuladas y/o respondidas por docente o estudiantes [15].

Cantidad preguntas formuladas por el docente Este valor mide la cantidad de veces que el docente formula preguntas relevantes. Estas buscan mantener el interés, clarificar conceptos, y/o incentivar la participación.

Cantidad preguntas formulada por estudiantes Esto mide la cantidad de veces que los estudiantes realizan preguntas relevantes, reflejan el interés de los estudiantes.

Cantidad preguntas respondidas por estudiante Cantidad preguntas respondidas por docente

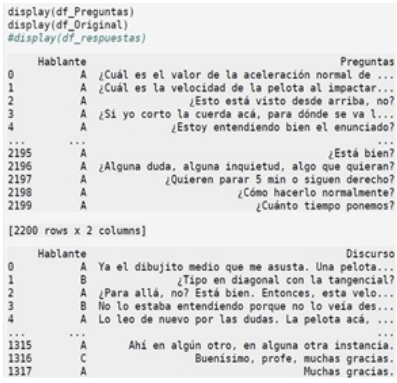


Figura 2: Muestra de intervenciones detectadas  
Fuente: Elaboración propia

Se contabiliza la cantidad de preguntas detectadas, ya sean formuladas y/o respondidas, y se obtiene un nivel de compromiso de cada alumno. Se muestra un listado de alumnos con mayor nivel de compromiso de las primeras cuatro clases.

	Clase	Hablante	Compromiso
0	Clase1	B	0.051990
1	Clase1	C	0.033904
2	Clase2	B	0.129974
3	Clase2	C	0.018930
4	Clase2	D	0.086183
5	Clase2	E	0.007910
6	Clase3	B	0.116688
7	Clase3	C	0.100580
8	Clase3	D	0.012997
9	Clase4	B	0.042658
10	Clase4	C	0.012997
11	Clase4	D	0.024017
12	Clase4	E	0.089005
13	Clase4	F	0.011864

Figura 3: Tabla de estudiantes con mayor compromiso  
Fuente: Elaboración propia

Dado que cada una de estas métricas tiene diferentes escalas y significados, es preciso normalizarlas y ponderarlas para generar un indicador consolidado a partir de ellas.

### Normalización

Para que las métricas sean comparables se normalizan, es decir que, se ajustan los valores de cada variable en un rango de [0,1] donde:

- 0 indica bajo nivel de compromiso, (mínima cantidad de preguntas)
- 1 indica alto nivel de compromiso (máxima cantidad de preguntas).

Se utiliza la normalización Min-Max [16] y se asigna un peso a cada variable.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

X es el valor actual de la métrica.  
X<sub>min</sub> es el valor mínimo observado de esa métrica.  
X<sub>max</sub> es el valor máximo observado de esa métrica.

- Peso para preguntas del docente =0,4
- Peso para preguntas de estudiantes =0.6 Una vez normalizadas y ponderadas las variables se calcula el valor del indicador de compromiso como combinación lineal.

#### *Etapas 4: Modelado de Machine Learning*

Para el tratamiento de los indicadores de emocional y cognitivo se utilizó aprendizaje automático con distintos tipos de modelo.

### **Indicador emocional**

Este indicador refiere a la percepción subjetiva que los estudiantes tienen de la clase. El análisis de los comentarios y de sus intervenciones proporciona información sobre su nivel de satisfacción. Aquí, el NLP juega un papel esencial en la identificación de las emociones expresadas en los textos.

Este indicador se determinará a partir del análisis de la intensidad emocional utilizando técnicas de análisis de sentimiento. Esto puede indicar si un estudiante está mostrando interés o frustración. Las técnicas de *topic modeling* (modelo de temas) pueden ayudar a identificar los temas de mayor interés [17]. En este caso el algoritmo utilizado es el modelo de análisis de sentimientos BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers).

```
#Realizamos análisis de sentimientos de estos dos dataframes

from transformers import pipeline

# Cargamos el modelo preentrenado de análisis de sentimientos
classifier = pipeline('sentiment-analysis',
                      model="nlpTown/bert-base-multilingual-uncased-sentiment",
                      truncation=True) # Truncar textos largos a 512 tokens

def obtener_polaridad_score(pregunta):
    result = classifier(pregunta) # Realiza el análisis de sentimiento
    # Devolvemos el label (polaridad) de la respuesta, puede ser 'LABEL_0', 'LABEL_1', etc.
```

Figura 4: Parte del script de análisis de emociones  
Fuente: Elaboración propia

El modelo BERT utiliza su capacidad de comprender el contexto bidireccional de las palabras en una secuencia [18]. Se adapta para

clasificar las respuestas a las preguntas en categorías de emociones, mediante la asignación de estrellas. Se entrena para predecir una puntuación, de 1 a 5 estrellas, siendo 5 las de mejor experiencia. Así se evalúan las respuestas con expresiones de entusiasmo o frustración que son clave para identificar el tono emocional de las expresiones registradas en las transcripciones.

Se ilustra muestra un listado de respuestas identificadas con mayor valor de experiencia.

	Hablante	Discurso	Valoración	Score
30	B	Buenísimo, profe, gracias.	5 stars	0.842238
32	B	Si, si, buenísimo.	5 stars	0.759194
63	B	Buenísimo, profe.	5 stars	0.771217
140	B	Si. Muchísimas gracias, profeta.	5 stars	0.604452
211	A	Exactamente.	5 stars	0.650418
239	E	Buenísimo.	5 stars	0.761205
340	A	Perfecto. Y está lleno de situaciones. ¿Cuándo...	5 stars	0.706222
427	A	Perfecto. A ver, bueno, denme 1 s y le voy a s...	5 stars	0.794192
430	C	Buenísimo, entonces. Muy amable, profe, muchí...	5 stars	0.601502
432	C	Perfecto, muy amable, Gustavo.	5 stars	0.891618
524	E	Buenísimo, buenísimo.	5 stars	0.754680
533	A	Gracias. Bueno, muy bien, perfecto. ¿Nadie más...	5 stars	0.779368
564	B	Buenísimo, profe, buenísimo.	5 stars	0.807030
583	D	Listo, perfecto.	5 stars	0.778544
604	E	Dale, buenísimo, profe.	5 stars	0.699701
685	C	Genial, profe, genial. La parte de la trigonom...	5 stars	0.715561
751	C	Perfecto, gracias.	5 stars	0.821111
765	C	Si, buenísimo, gracias.	5 stars	0.723557

Figura 5: Ejemplos detectados de alta experiencia  
Fuente: Elaboración propia

### Indicador cognitivo

Este indicador mide la atención que los estudiantes mantienen sobre el contenido de la clase. A través de las interacciones el NLP permite inferir si un estudiante está siguiendo el hilo de la temática del curso o si se desvía a otros temas. Se construye mediante la relevancia de las intervenciones de los estudiantes en relacionadas con unidades temáticas. [19].

Se clasifican los tipos de preguntas para luego relacionarlas con temáticas particulares. Se trabajó sobre la identificación del tipo de pregunta abierta, cerrada o neutra. Las cerradas son aquellas cuya respuesta es limitada a opciones específicas, como “sí/no” o selecciones de un conjunto de respuestas predeterminadas y las abiertas permiten una respuesta más extensa y reflexiva.

Se realizó el modelado de aprendizaje automático mediante la librería scikitlearn de Python con algoritmo de Naives Bayes para clasificar los tipos de preguntas.

	Hablante	Preguntas	Tipo de Pregunta
1422	A	¿Está bien?	Abierta
1081	A	¿Cuánto vale la velocidad inicial?	Abierta
1644	A	¿Me siguen?	Abierta
1696	A	¿Cuánto vale esta aceleración?	Abierta
273	A	¿Pero si vos que estás queriendo mover el bloq...	Abierta
1748	B	¿A ver, la ecuación horaria, cómo es?	Abierta
74	A	¿Y yo, bueno, algo más, chicos?	Abierta
1194	A	¿Un 50, no?	Abierta
1471	A	¿Quiénes son las letras que son datos?	Abierta
379	A	¿Bueno, qué pensaste de esto?	Abierta
1057	A	¿O sea, cuánto vale b en el tiempo de encuentro?	Abierta

Figura 6: Ejemplos de preguntas abiertas detectadas  
Fuente: Elaboración propia

	Hablante	Preguntas	Tipo de Pregunta
2130	A	¿Alguna duda con este problema?	Cerrada
964	B	¿Profe, usted va a estar con Alejandro mañana?	Cerrada
378	A	¿Estamos de acuerdo?	Cerrada
2081	A	¿Todos de acuerdo con eso?	Cerrada
1716	A	¿Bueno, alguna pregunta de esto ahora?	Cerrada
550	A	¿Esto lo habrán hecho en algún otro ejercicio ...	Cerrada
1830	B	¿O sea que en alguna configuración, por ejempl...	Cerrada
1159	A	¿O sea, alguien tiene alguna pregunta o se ent...	Cerrada
94	A	¿Y mañana retomamos a las siete, está bien?	Cerrada

Figura 7: Ejemplos de preguntas cerradas detectadas  
Fuente: Elaboración propia

Para identificar la relación con las unidades temáticas descriptas previamente a partir de un glosario construido para este caso, ya que tiene estricta relación con las unidades temáticas desarrolladas en las clases bajo estudio.

```

# Iterar sobre las preguntas en el DataFrame
for i, pregunta in enumerate(df_Preguntas["Preguntas"]):
    doc = nlp(pregunta)
    texto_encontrado = None
    tematica_encontrada = None

    # Iterar sobre las entidades reconocidas
    for ent in doc.ents:
        # Verificar si la entidad coincide con las claves del
        # diccionario
        if ent.text in tematicas_dict:
            texto_encontrado = ent.text
            tematica_encontrada = tematicas_dict[ent.text]
            break # Detener la búsqueda al encontrar la primera
            coincidencia

    # Asignar los valores encontrados a la fila actual del DataFrame
    df_Preguntas.loc[i, "Texto"] = texto_encontrado
    df_Preguntas.loc[i, "Tematica"] = tematica_encontrada

# Mostrar el DataFrame actualizado
df_preg_cinematica=df_Preguntas[df_Preguntas['Tematica'] ==
'Cinematica']
df_preg_dinamica=df_Preguntas[df_Preguntas['Tematica'] == 'Dinámica']

#Cantidad de preguntas realizadas de cada tematica
cantpreg_x_tematica=df_Preguntas.groupby('Tematica').size()
print(cantpreg_x_tematica)

display(df_preg_cinematica)
display(df_preg_dinamica)

```

Figura 8: Segmento del script para identificar unidades temáticas

Fuente: Elaboración propia

### *Etapa 5: Evaluación y validación*

Para garantizar la precisión y fiabilidad de los modelos, se emplea una técnica de validación cruzada (cross-validation) que permite dividir los datos en subconjuntos de entrenamiento y prueba, evaluando el rendimiento del modelo con los datos no vistos. En la matriz de confusión se observa una representación visual del resultado de la clasificación del modelo. Las filas representan las clases reales y las columnas las clases predichas por el modelo.



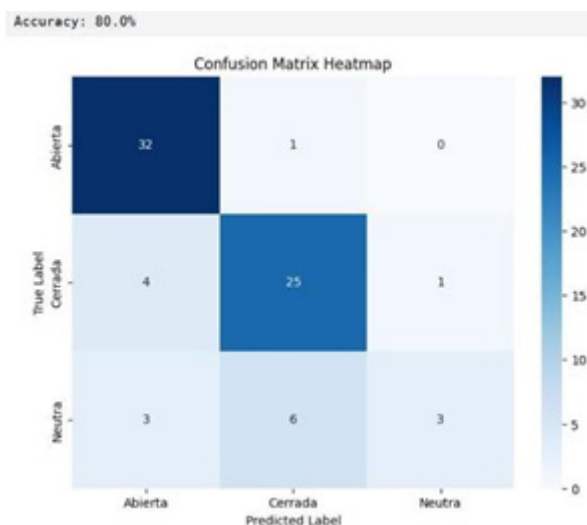


Figura 9: Matriz de confusión del modelo detección del tipo de pregunta  
Fuente: Elaboración propia

### *Etapas 6: Análisis de resultados*

Esta última etapa del desarrollo corresponde al análisis de estos resultados incluye la visualización de las variables, construcción de gráficos y obtención de conclusiones.

## **Resultados**

Una de las características de la ejecución de un trabajo de este tipo es que los resultados alcanzados se comparten mediante la construcción de gráficos, algunos de los cuales se ilustran a continuación.

En la distribución de la variable preguntas formuladas por clase se observa una clara preponderancia del hablante A, identificado como el docente. El resto de los hablantes, desde B en adelante, corresponden a diferentes alumnos. La participación de los estudiantes, en términos de preguntas formuladas, alcanza su máximo en la clase 9, precisamente la que corresponde como previa a la fecha de examen.

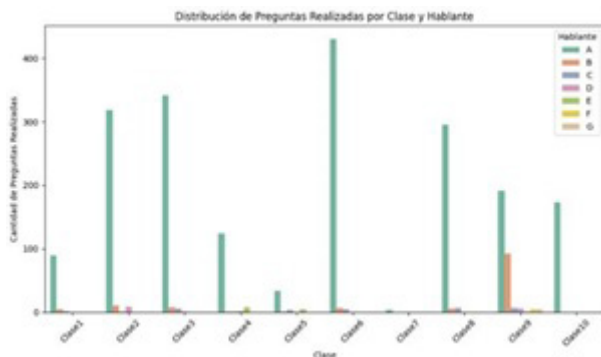


Figura 10: Distribución de preguntas realizadas  
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico se observa la distribución de respuestas y se destaca cierto balance entre las respuestas del docente y la de los alumnos en la mayoría de las clases. En la clase 9 se destaca la participación del alumno identificado como hablante B.

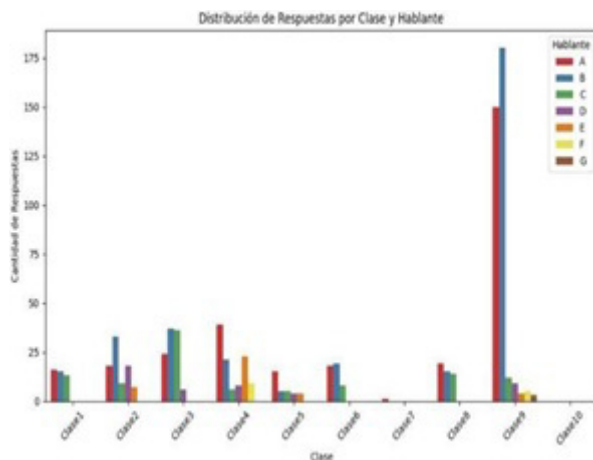


Figura 11: Distribución de respuestas formuladas  
Fuente: Elaboración propia

Resulta interesante realizar un cruce de variables. En primera instancia entre preguntas formuladas por el docente y las respuestas de los estudiantes.

Eso se registra en la siguiente figura y se comprueba que no existe

adecuado balance entre ambas. Queda indicado que la cantidad de preguntas del docente superan en un orden de magnitud a las respuestas de los estudiantes.

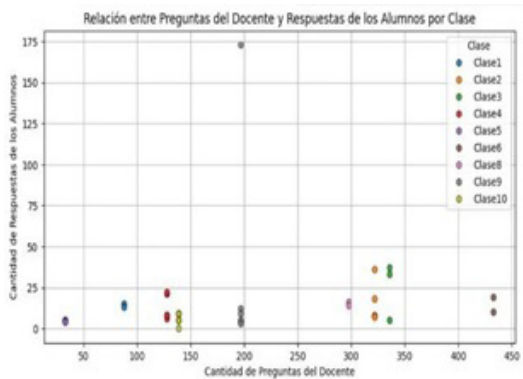


Figura 12: Cruce de preguntas de docente y respuestas de alumnos  
Fuente: Elaboración propia

Este segundo cruce de variables grafica la cantidad de preguntas formuladas por los estudiantes en función de las respuestas del docente.

En este caso se denota una pendiente de 0.5, lo que refleja cierto equilibrio en la cantidad de participaciones, por cada pregunta de alumno hay dos respuestas del docente.

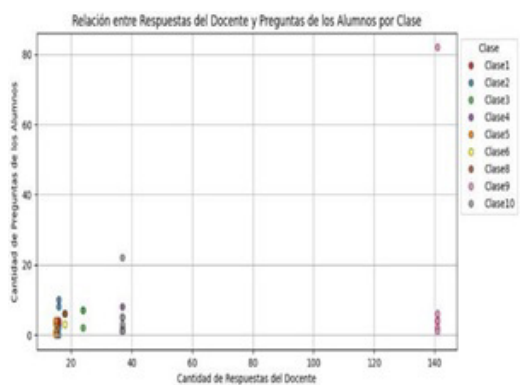


Figura 13: Cruce de preguntas de alumnos y respuestas de docente  
Fuente: Elaboración propia

En el siguiente mapa de calor se observan dos unidades temáticas

específicas en función del tipo de participación identificada, sean preguntas abiertas, cerradas o neutras.

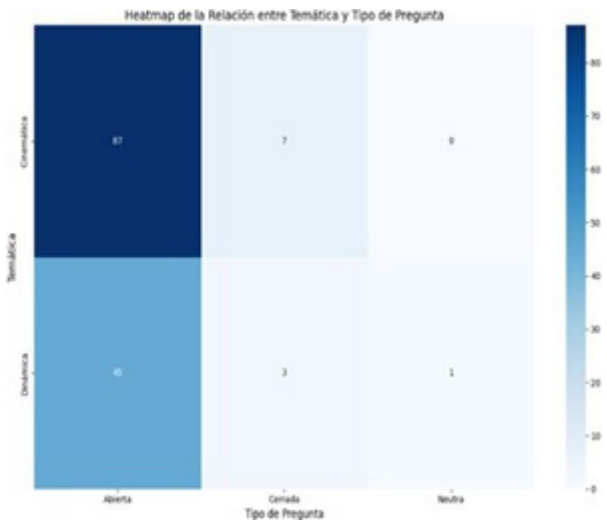


Figura 14: Mapa de calor de la relación entre temáticas y tipo de preguntas  
Fuente: Elaboración propia

Se observa claramente una mayor predominancia de las preguntas abiertas en el desarrollo de las clases con las temáticas de cinemática y dinámica.

**Conclusiones**

El proyecto de investigación permitió valorar la utilización de modelos de aprendizaje automático dentro de la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje. A su vez ofreció una aproximación al contexto productivo de las técnicas del procesamiento de lenguaje natural.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de las transcripciones de las clases grabadas han validado que es posible clasificar los niveles de participación de los estudiantes y docentes.

La combinación de PLN para el análisis de texto y ML para la clasificación ha permitido identificar patrones relevantes de interacción, como la intensidad emocional en las respuestas, la concentración de los estudiantes en los momentos clave de la clase, y la calidad de la experiencia educativa basada en las interacciones verbales.

El sistema propuesto no solo es aplicable a clases grabadas de física, sino que su metodología puede adaptarse a otros campos del conocimiento y diferentes tipos de datos educativos, sean foros de discusión, evaluaciones, o interacciones en tiempo real.

Los indicadores propuestos demostraron ser útiles para evaluar de manera efectiva la participación. Esto sugiere que la metodología puede ser escalada y utilizada en diversos contextos educativos, contribuyendo a mejorar de la participación de los estudiantes.

El trabajo pretende aportar valor a los docentes con herramientas objetivas y personalizadas para identificar a los estudiantes más comprometidos o aquellos que necesitan apoyo adicional. Además, permitiría ajustar sus estrategias pedagógicas basándose en datos concretos.

## Bibliografía

- [1] Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: a review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
- [2] Martin, F., Sunley, R., & Turner, P. (2019). "Student engagement in online learning environments: A literature review." *The International Journal of Information and Learning Technology*, 36(4), 284-29.
- [3] Fredricks, Blumenfeld & Paris, A. H. (2004). "School engagement: Potential of the concept, state of the evidence." *Review of Educational Research*, 74(1), 59-109
- [4] Bower, M., Cavanagh, M., & Moloney, R. (2015). "Designing a Blended Learning Environment: A Case Study of Teaching Business Information Systems." *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12(1), 1-15
- [5] Woolf, B. P. (2010). *Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Learning*. Ed. Elsevier.
- [6] Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). "Artificial intelligence for the real world." *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116
- [7] Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2020). *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Ed. Pearson.
- [8] Baker, R. S., D'Mello, S. K., Rodrigo, M. M., & Graesser, A. C. (2019). "Better understanding student engagement and learning through data mining and machine learning techniques." *Computers in Human Behavior*, 100, 68-75.
- [9] Machova K., Szaboova M., Paralic J., & Mikco (2023). "Detection of emotion by text analysis using machine learning."
- [10] Siemens, G. (2013). "Learning analytics: The emergence of a discipline." *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380-1400
- [11] Baker, R.S., & Yacef, K (2009). "The state of educational data mining in

- 2009". Proceedings of the 2nd Conference on educational Data Mining, 3-13
- [12] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A., Kaiser, L., & Polosukhin, I. (2017). "Attention is all you need." *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2017)*, 5998-6008.
  - [13] Bel W., *Algoritmos y estructuras de datos en Python*. Un enfoque ágil. Facultad Ciencia y Tec. (2020). pag17. Ed Uader.
  - [14] Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). "Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education." *American Journal of Distance Education*, 15(1), 7-23
  - [15] Freeman, S., et al. (2014). *Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415.
  - [16] Kotsiantis, S. B., & Pintelas, P. E. (2004). *Data Preprocessing for Supervised Learning*. International Journal of Computer Science, 1(1), 111-116.
  - [17] Zhao X., Jiang Z. & Gray J., (2020) "*Text Classification and Topic Modeling for Online Discussion Forums*". Trends and Applications of Text Summarization Techniques. (ch 6). Pag 151-166
  - [18] Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding." *Proceedings of NAACL-HLT*, 4171-4186
  - [19] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Lafferty, J. D. (2003). "Latent Dirichlet allocation." *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.

# Prácticas de alfabetización en competencias digitales docentes en la formación de profesores en Matemática con el uso de Inteligencia Artificial<sup>1</sup>

*Mario Ubaldo Ávila,<sup>2</sup> Beatriz Josefina Solís Mungía,<sup>3</sup>  
María de las Mercedes Moya<sup>4</sup>*

## Resumen

El fenómeno denominado “digitalización de la cultura”, impone nuevos desafíos en la educación, requiriendo cambios metodológicos e institucionales. A partir de la revisión de literatura, se identifican algunas limitaciones en la investigación en Educación Matemática, relacionadas a la incorporación de tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA), en las prácticas de formación docente. Entre ellas, la resistencia institucional y falta de estrategias pedagógicas efectivas que involucren su uso.

Se describen prácticas de alfabetización en Competencia Digital Docente (CDD) con uso de IA, que pueden ser llevadas al interior de la formación de profesores en matemática. Las mismas se consideran representativas de las tareas habituales que realiza un docente-investigador. Entre ellas, el uso de ChatGPT para la edición de documentos académicos con LaTeX, la generación de códigos en Python para análisis de datos en Google Colab, y la creación de actividades didácticas mediadas por IA.

Nuestras reflexiones están inspiradas en ciertos principios básicos que orientan nuestra investigación, que también buscamos inculcar en nuestros alumnos: la integridad académica; la oposición al sedentarismo cognitivo que implique un uso abusivo de estas herramientas; el fomento del pensamiento crítico junto con la autorregulación del aprendizaje lógico y deductivo, promoviendo un ejercicio continuo de la metacognición.

---

1. Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Argentina.

2. marioavila390@exa.unsa.edu.ar

3. solis.beatriz@exa.unsa.edu.ar

4. maritamoyaster@gmail.com

**Palabras clave:** “Chat GPT”; “Inteligencia Artificial”; “Tecnología y Educación Matemática”; “Competencias Digitales”; “Prácticas de Alfabetización Digital”.

## **Introducción**

La convergencia tecnológica provocada por la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ha afectado a todas las esferas de nuestra sociedad, modificando prácticas, discursos y modos de subjetivación [1]. Adaptar las prácticas educativas, para ponerlas en sintonía con el mundo en que vivimos, no puede tomarse como algo determinístico, sino que demanda un mecanismo de articulación que tenga impacto, no solo en la incorporación de dispositivos electrónicos en las aulas, sino también en metodologías, prácticas y en un rediseño institucional de la formación del profesorado.

La investigación actual indica que es necesario formar a los docentes para el desarrollo de habilidades y actitudes respecto de lo digital, formación que “no puede desvincularse de las disciplinas; su enseñanza; de enfoques culturales, políticos y sociales” [2, p. 93].

Asumiendo una posición crítica sobre el papel de las TIC en educación, es necesario reflexionar sobre su rol, en la innovación de la institución escolar, redefiniendo sus funciones, métodos y objetivos, a los fines de articularla con el fenómeno que [1] ha caracterizado como “la digitalización de la cultura”. Reconocemos necesaria la alfabetización holística del profesorado, desde su formación inicial, para que los futuros educadores tengan capacidad de acción en las múltiples realidades sociales, culturales e históricas en las que estará contextualizada su labor.

La Educación Matemática no es ajena al contexto de digitalización de la cultura. Debemos reflexionar sobre la formación del profesor en matemática, la cual se lleva a cabo en instituciones formadoras que aún se muestran resistentes a los cambios de paradigmas que establece la tecnología y particularmente la tecnología digital.

El auge de las herramientas de Inteligencia Artificial (IA) está provocando una nueva presión puertas adentro del sistema educativo. La indecisión y la continua resistencia a los cambios de paradigmas, como el que sucede en la Educación Matemática, y en particular, en los aspectos relacionados con la formación del profesorado, “probablemente...continúe ampliando la brecha entre las habilidades que requiera de nosotros el futuro, y aquellas en las que nos entrena nuestro sistema educativo presente” [3, p. 78].



Con el objetivo de dar continuidad al reporte de investigación de [4], pretendemos en este trabajo contribuir con algunas reflexiones que puedan servir de referencia, para que, en la formación de profesores en matemática en particular, se involucren prácticas de buen uso de IA, que resulten en beneficio de la alfabetización en Competencia Digital Docente (CDD) de los mismos, y que se reflejan luego en su práctica profesional, acorde a las demandas de esta era.

## **Marco teórico**

Existen diferentes marcos conceptuales y modelos a nivel internacional que han tratado de definir la CDD. En particular el Marco Común de la Competencia Digital Docente 2017 y 2022 ([5], [6]), del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF), perteneciente al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España, define la Competencia Digital (CD) como “el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de información y comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el tiempo libre, la inclusión y la participación en la sociedad” [5]. El Marco Común del INTEF describe cinco áreas de CDD, entre las que se identifican Información, Comunicación, Creación de Contenidos Digitales, Seguridad y Resolución de problemas [5].

Con una visión holística de la formación del profesorado, la Competencia Digital Docente es entendida como el conjunto de conocimientos, destrezas y habilidades que constituyen los “modos de comprender y accionar en el mundo digital y que permita el diálogo con los sujetos contemporáneos que asisten a las escuelas en diferentes contextos y niveles del sistema educativo” [2, p. 93]. Debe entenderse que la CDD está atravesada y constituida por diversos factores, que no solo involucran los aspectos instrumentales, relacionados con el uso de TIC, sino también aspectos contextuales e históricos de la práctica docente.

Se identifican algunas barreras a superar en relación con la formación inicial del profesorado para que, en las instituciones formadoras de docentes, se haga efectiva la inclusión pedagógica de lo digital y se fomenten así las Competencias Digitales Docentes:

las de primer orden, asociadas a la cultura institucional;  
las de segundo orden, orientadas a modificar las actitudes de los docentes hacia el uso eficiente de las TIC; y las de tercer

orden, vinculadas a las demandas de los distintos campos disciplinares [2, p.98].

Entendemos por IA al campo de estudio que permitió el “desarrollo de máquinas capaces de abstraer, de calcular, de generar ideas propias y originales, de concebir objetos y, en última instancia, de conversar” [3, p. 36], todo esto emulando acciones que son propias del comportamiento humano. La capacidad de acción de esta tecnología, se basa en el poder predictivo de las redes neuronales generativas, que son “estructuras versátiles que aprenden sobre la base de grandes volúmenes de datos y encuentran soluciones a problemas que no solo no conocemos, sino que en muchos casos no podríamos visualizar” [3, p. 40].

A partir de este intento de definir la IA, debemos reflexionar sobre ¿cuál puede ser el beneficio o la pérdida si comenzamos a apoyarnos en esta tecnología para el desarrollo de algunas actividades dentro del campo de la educación y Educación Matemática en particular?, ¿cómo se debería incorporar esta herramienta en el campo de la formación del profesorado? No podemos seguir formando a futuros educadores en prácticas que perduran en el tiempo solo por mantener tradiciones, ni contrariamente a educadores con una visión marketinera de la educación, que les haga sumarse de manera imprudente a la moda del momento sin una reflexión objetiva sobre el resultado de la innovación [3]. Al respecto, [7] afirman que “las Instituciones educativas deben reflexionar sobre las prácticas educativas y diseñar espacios de enseñanza flexibles que contemplen la utilización de la IA” [7, p. 348], estas prácticas acercarán al profesorado desde su formación inicial a los principios básicos de la alfabetización en CDD, con una mirada puesta en el uso de la IA.

### **Alfabetización en competencias digitales del profesorado con IA**

Con el fin de recoger evidencia del estado actual de la investigación en relación al uso de la IA en el campo de la formación de profesores, se ha realizado una revisión de la literatura académica publicada entre 2020 y 2024 disponible en repositorios de acceso libre. Llama la atención la escasa investigación actual en relación al uso de la IA en el campo de la formación de profesores en matemática, mostrando que existe una oportunidad para profundizar en esta temática.

En la mayoría de las investigaciones se destaca como necesario el

desarrollo de la competencia de pensamiento crítico para el análisis de la información generada por la IA ([8], [9], [10] y [11]). Al insistir en cuestiones que involucran la ética profesional, la privacidad, los derechos intelectuales y la integridad académica, se fortalecen aspectos esenciales de la alfabetización en CDD.

Investigaciones como [9] y [10] en las que se abordan aspectos referidos a la percepción y actitud de los estudiantes en relación al uso de herramientas de IA, demuestran que son los estudiantes, futuros docentes, los que reflexionan sobre la potencialidad de cada herramienta, analizando limitaciones y oportunidades de cada una. Estas acciones dirigen la toma de decisiones en torno a la finalidad y necesidad de uso de cada herramienta.

Se considera positivo el acercamiento que proponen [7], [11] y [12] en relación al uso de la IA como asistente para la creación y diseño de contenidos educativos (digitales o no) para mediar los procesos de enseñanza, por parte de los estudiantes de profesorado. Las herramientas de IA generativa aportaron aspectos relacionados con la fase de generación de ideas; y la de refinamiento y curaduría de los contenidos educativos diseñados. Los ejemplos y diseños propuestos en estas investigaciones son concretos e invitan a que, en las instituciones formadoras de formadores, las prácticas de alfabetización digital dejen de ser una utopía, ya sea por temor o desconocimiento, y pasen a formar parte de la experiencia formativa de los futuros profesores dentro de los ámbitos institucionales.

A partir de los artículos académicos, se observa que los investigadores asumen que los alumnos utilizan estas herramientas para el desarrollo de sus actividades académicas. Sin embargo, el diseño e implementación de las prácticas de uso, no forman parte de las experiencias de formación propuestas en el seno de la institución formadora, quedando en el plano de currículum oculto.

Consideramos que fomentar desde la formación inicial de profesores en matemática, prácticas de alfabetización digital con el uso de IA, ayudaría a desarrollar actitudes y competencias digitales. Estas posteriormente podrían traducirse en prácticas de alfabetización matemática, con un uso contextualizado y crítico de lo digital, permitiendo mitigar la domesticación tecnológica arraigada en las instituciones formadoras de formadores.

Como un modo de profundizar en esta línea, proponemos en el siguiente apartado algunos modelos y diseños que fueron pensados para trabajar desde la formación de profesores en matemática.

## Prácticas de alfabetización digital con IA

Tomando de referencia las estrategias de alfabetización en CDD con incorporación de herramientas de Inteligencia Artificial generativa descritas en [4], y con el objetivo de nutrir esta investigación con nuevos ejemplos, desarrollamos en este apartado algunas prácticas que consideramos pueden ser llevadas a cabo en el contexto de formación de profesores en matemática. Como se dijo “las mismas surgen de la exploración, la experiencia docente y la creciente investigación en el uso de estas herramientas” [4, p. 18].

## Composición de artículos académicos con LaTeX

Es conocido que, en ámbitos académicos y científicos, a menudo se utilizan herramientas con un lenguaje de comunicación que son propios del campo. En el caso de la Matemática y la Educación Matemática, el LaTeX es un sistema de composición textual, que permite generar artículos académicos de alta calidad tipográfica, como ser comunicaciones científicas, notas de cátedra, guías de estudio, presentaciones digitales (*slides*), entre otras. A su vez, el lenguaje de este sistema de composición, entra en diálogo con entornos utilizados para la gestión y producción de contenidos educativos digitales, como son Moodle y eXeLearning entre algunos que podemos mencionar.

La versación del chatbot Chat GPT con los lenguajes y códigos propios del campo de la programación es reconocida. Detectamos en esto, una oportunidad para achicar la curva de aprendizaje de lenguajes como el que propone LaTeX, de modo que sea accesible a usuarios ajenos al campo de la informática, en nuestro caso pertenecientes a la Educación Matemática.

Se han desarrollado varias instancias de interacción con el Chat GPT a los fines de facilitar el uso de Texmaker para la edición de documentos en LaTeX. A partir de la generación de Prompts acordes a las necesidades requeridas, hemos obtenido buenas conexiones entre un docente usuario novel en LaTeX y este código especializado. A modo de ejemplo, se muestran algunas de ellas.

Aquí tienes un código en LaTeX utilizando TexMaker, que incluye:

- ✓ Carátula con título, autor y fecha.
- ✓ Índice (Tabla de contenidos).
- ✓ Secciones: Introducción, Análisis, Desarrollo, Conclusiones.

Lo puedes compilar con pdfLaTeX.

```
lato
Copy Edit

\documentclass[a4paper,12pt]{article}

% Paquetes necesarios
\usepackage[spanish]{babel} % Dialecto español
\usepackage[utf8]{inputenc} % Configuración UTF-8
\usepackage{graphics} % Para incluir imágenes
\usepackage{hyperref} % Enlaces internos y externos
\usepackage{geometry} % Modificar márgenes
\usepackage{titlesec} % Para personalizar títulos de secciones

% Configuración de márgenes
\geometry{left=3cm, right=3cm, top=3cm, bottom=3cm}

% Configuración de hipervínculos
\hypersetup{
  colorlinks=true,
  linkcolor=blue,
  uricolor=blue,
}

% Configuración de títulos
\titleformat{section}{\Large\bfseries}{\thesection}{1em}{}

% Datos de la portada
\title{\textbf{Título del Artículo en LaTeX}}
\author{\textbf{Nombre del Autor \textbackslash Universidad o Institución}}
\date{\today}

\begin{document}

% Carátula
\maketitle
\newpage

% Índice
\tableofcontents
\newpage

% Sección: Introducción
\section[Introducción]
Aquí va el contenido de la introducción. Explica el contexto y los objetivos del artículo.

Pregunta lo que quieras
```

Figura 1. Estructura básica para la composición de un documento de LaTeX

Puede verse en la *Figura 1* que fue posible obtener la estructura básica para un documento clase estándar para LaTeX, el cuál puede ejecutarse en cualquier editor para este tipo de lenguaje. Se valora como positivo la inclusión de observaciones y descripciones que realiza la herramienta de IA, en la cual explica la funcionalidad de cada uno de los paquetes, sentencias y entornos que utiliza LaTeX para la composición del documento. Esto es útil a los fines de alfabetizar digitalmente al docente- usuario en el uso de este lenguaje.

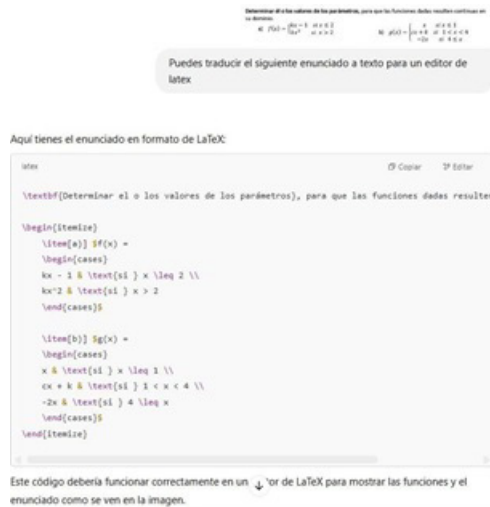


Figura 2. Traducción de contenidos a código de LaTeX

Puede observarse en la *Figura 2* que se han obtenido resultados favorables en relación al uso del Chat GPT como traductor de contenidos educativos editados en otro lenguaje, como el de Office para Windows, para ser llevado a código de LaTeX. Esto de algún modo, combinado con el uso de estructuras que pueden ser elaboradas por la IA, como se ilustra en la *Figura 1*, permitiría a un docente llevar ciertos contenidos al campo de lo digital, favoreciendo la obtención de recursos educativos adaptados a sus necesidades.

Como se dijo, el dominio de este tipo de lenguaje, permite a su vez al docente-usuario interactuar con otros entornos educativos, a fines de producir contenidos digitales que sean accesibles desde la Web.

Para ayudarte a generar el código en un formato adecuado para Java, aquí está reescrito en HTML con LaTeX embebido, de manera que pueda integrarse en un material que use algún renderer de LaTeX en JavaScript, como MathJax o KaTeX. También puedes usarlo en un entorno de Java que soporte HTML o Markdown. A continuación, te comparto el código:

#### Opción en HTML + MathJax:

Para usar esto en un entorno HTML que soporte MathJax:

```

html
<!DOCTYPE html>
<html lang="es">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Ecuaciones Diferenciales</title>
  <script type="text/javascript" src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/mathjax/2.7.7/
</head>
<body>
  <h2>Definición</h2>
  <p>
    Se llama Ecuación Diferencial Ordinaria (EDO), a toda relación entre una variable inde
  </p>
  <p>

$$F(x, y, y', y'', \dots, y^{(n)}) = 0$$

  </p>
  <h2>Ejemplos</h2>
  <p>
    La pendiente de la recta tangente a una curva  $y = f(x)$ , en el punto  $x = a$ , se puede
    escribir simbólicamente de la siguiente manera:
    
$$y' = f'(a)$$

    Esta expresión representa una ecuación diferencial, pues relaciona una función descono
  </p>
  <p>
    La ley de Newton del enfriamiento dice que en un cuerpo que se está enfriando, la
    velocidad de enfriamiento es proporcional a la diferencia de temperatura entre el
    cuerpo y el medio ambiente:
    
$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T_0)$$

    donde  $k$  es una constante de proporcionalidad, propia de cada cuerpo.
    Esta expresión, también define una EDO, ya que relaciona la función  $T(t)$ , con su der
  </p>

```

Figura 3. Traducción de contenidos educativos a código HTML para Java.

En la *Figura 3*, puede apreciarse la respuesta dada por el Chat GPT, a la solicitud de elaborar un código HTML para Java, para digitalizar un documento, que le fue entregado en formato de imagen. Vemos que se conjuga la codificación propia de HTML con la definida para LaTeX a los fines de establecer los entornos apropiados para la edición de Objetos Digitales afines al campo disciplinar de la matemática.

Si bien estas experiencias de interacción fueron realizadas por docentes de matemática, estos diseños pueden traducirse en acciones posibles de ser llevadas a cabo en el seno de instituciones formadoras de formadores. Abordar estas competencias y habilidades en el uso de herramientas de IA, para interactuar con lenguajes específicos como el LaTeX o el HTML, generaría oportunidades para que el futuro docente participe de la comunidad académica/científica de su campo.

#### b) Generación de códigos en Python para Google Colab

En el ámbito de la investigación académica, habitualmente se realizan tareas de revisión bibliográfica, en las cuales es necesario se-

leccionar artículos publicados en distintos repositorios digitales, aplicando criterios de inclusión y exclusión definidos por el investigador.

Con la finalidad de optimizar este proceso, a partir de una búsqueda primaria, fue posible generar una base de datos con los títulos de los artículos, para iniciar una interacción con Chat GPT. La indicación dada por el usuario y la respuesta proporcionada por el chatbot fueron las siguientes:

*Prompt 1: Completa la siguiente tabla, teniendo en cuenta que debes decidir en cada caso si el artículo es recomendable o no para realizar una revisión sistemática sobre Inteligencia artificial y evaluación de competencias digitales docentes.*

*Respuesta 1: Parece que no puedo realizar la descarga del archivo en este momento. Por favor, intenta nuevamente más tarde o si lo prefieres, puedo intentar ayudarte con otro formato o proceso.*

En esta interacción, la IA sugiere un vínculo a Python, de lo cual surge la idea de programar la función requerida en este lenguaje. Consecuentemente fue solicitada la escritura de un código que permita reconocer a partir del título de un artículo, el idioma y palabras clave como ‘evaluación de competencia digital’, ‘formación docente’, ‘inteligencia artificial’, ‘formación de profesorado’, ‘nivel superior’, ‘universitario’, ‘IA’.

A los fines de evaluar el código propuesto por la IA, se ejecutó el mismo en Google Colab. Si bien el primer resultado no fue satisfactorio, en las sucesivas interacciones con Chat GPT se dieron indicaciones específicas para perfeccionarlo (*Figura 4*).

Al igual que se comentó en la sección anterior, la IA describe la funcionalidad de cada uno de los comandos del código propuesto, esto permitió desarrollar un prototipado más ajustado según los requerimientos del docente- usuario.



Corrige la función `inferir_idioma(titulo)` para que sólo reconozca español y no portugués ni inglés. También agrega una sentencia para que pueda subir el archivo y luego de la revisión pueda descargar el análisis.

Aquí tienes el código corregido para que la función `inferir_idioma(titulo)` solo reconozca títulos en español y no confunda el portugués o el inglés. Además, agregué una funcionalidad para que puedas subir el archivo, realizar el análisis y luego descargar el archivo procesado.

Código actualizado:

```
python Copy Edit

import pandas as pd
from google.colab import files # Para subir y descargar archivos

# Función para determinar si el artículo es relevante basado en palabras clave
def evaluar_relevancia(titulo):
    palabras_clave = ['evaluación', 'competencia digital', 'formación de docente', 'inteligencia artificial']
    titulo_lower = titulo.lower()

    # Si alguna de las palabras clave aparece en el título, el artículo es relevante
    for palabra in palabras_clave:
        if palabra in titulo_lower:
            return "si"

    # Si no aparece ninguna palabra clave, verificar si el título contiene palabras específicas del español
    for palabra in palabras_espanol:
        if palabra in titulo_lower:
            return "español"
    return "Otro idioma" # Marcamos como "Otro idioma" si no es claramente español

# Subir el archivo de Excel
print("Sube tu archivo de Excel:")
uploaded = files.upload()

# Cargar el archivo de Excel
for file_name in uploaded.keys():
    df = pd.read_excel(file_name)

# Aplicar la función para determinar si es artículo, inferir idioma y evaluar relevancia
df['is_articulo'] = df['titulo'].apply(lambda x: "si" if x else "no") # Asumimos que todos son artículos
df['idioma'] = df['titulo'].apply(inferir_idioma) # Inferimos el idioma del título (solo español)
df['relevante'] = df['titulo'].apply(evaluar_relevancia) # Evaluamos si es relevante

# Guardar los resultados en un nuevo archivo
output_file = "Resultado_Revisión_Articulos.xlsx"
df.to_excel(output_file, index=False)

# Descargar el archivo procesado
files.download(output_file)

print(f"Revisión completada. El archivo '{output_file}' ha sido generado y descargado.")
```

Figura 4. Corrección del código Python

De la experiencia, destacamos que, a partir de la interacción con IA, fue posible acercarse a un lenguaje de programación como Python, que no es del dominio del docente-usuario. En este caso, el empleo conjunto de Chat GPT y Google Colab, permitieron generar un programa que automatizó una tarea propia del docente investigador. Queda pendiente validar la idoneidad del mismo, para mejorar el algoritmo obtenido.

Diseños como el propuesto en este apartado, se pueden replicar para abordar contenidos matemáticos desde un enfoque disciplinar o didáctico. Por ejemplo, es posible generar un código para Python a los fines de estimar desde la detección de imágenes, el grado de aproximación que tiene la fotografía de un arco o puente a una curva como

la parábola o catenaria. Siguiendo la misma línea, se ha experimentado con la estimación del área de superficies irregulares obtenidas mediante el modelado matemático de una estructura vegetal, como una hoja o una flor.

La *Figura 5* muestra el resultado de ejecutar en Google Colab un programa que estimó el área de una hoja de *Lilium*, cuyo código fue elaborado siguiendo un proceso similar al descrito en esta sección.

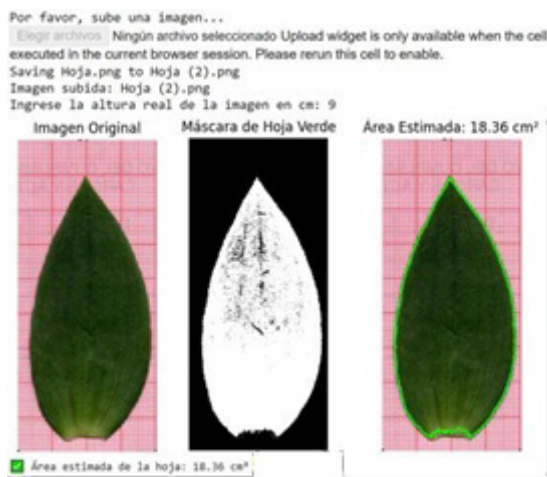


Figura 5. Área de hoja estimada en Google Colab.

Este ejemplo, nos invita a pensar en nuevas perspectivas para enfrentar problemas de Modelización Matemática, incorporando el uso de la IA y el lenguaje de programación. Desde el punto de vista educativo, motiva a idear nuevos escenarios de formación docente basados en experiencias de Modelación, y analizar su implementación en procesos de enseñanza – aprendizaje.

*c) Diseño para el uso de IA en una asignatura de formación del profesorado.*

Tomando de referencia la última reflexión, y a los fines de hacer efectiva la incorporación de prácticas de alfabetización en el uso de IA, desde la formación del profesorado, compartimos un último ejemplo. El mismo presenta el diseño instruccional elaborado para un trabajo práctico en el contexto de una asignatura de formación inicial del

profesorado en matemática, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta.

El objetivo del mismo es registrar el trabajo que ejecuta un estudiante en su interacción con el Chat GPT, a los fines de orientar la tarea de diseño de una clase sobre un tema matemático elegido.

El diseño propuesto invita al estudiante a elegir un tema matemático basado en la experiencia en las asignaturas cursadas en la carrera o que se haya abordado en la escuela secundaria. La consigna propuesta es:

**Tabla 1. Diseño Instruccional para el uso de IA en el diseño de una clase**

Diseñen una clase con tres actividades para la enseñanza del tema, usando el chatbot Chat GPT como herramienta para el desarrollo y refinamiento de la/las consigna/s. Para ello se brindan las siguientes sugerencias:

1. Uso de ChatGPT:
  - a. Inicien una conversación con ChatGPT, generando un Prompt inicial para generar TRES actividades/consignas para la enseñanza del tema elegido. Tenga en cuenta cuál es el rol que debe cumplir la herramienta de IA, quiénes son los destinatarios de la clase, cuál es el nivel educativo, la duración de cada actividad.
  - b. Solicite reajustes a las consignas presentadas, a través de nuevos Prompts Compare los Prompts que utilizaron para pedir sugerencias, modificar la estructura o aclarar detalles de las consignas.
2. Diseño de la Estructura de una clase:
  - a. Definan el/los objetivo/s de la clase, especificando claramente qué aprenderán los estudiantes.
  - b. Describan los destinatarios (nivel educativo, grupo de estudiantes, etc.).
  - c. Establezcan los tiempos estimados para la realización de la clase.
  - d. Detalle las estrategias y recursos necesarios para llevar a cabo la clase en el aula.
3. Reflexión sobre el proceso:
  - a. En el informe del trabajo práctico, registrar las consignas iniciales obtenidas, los *prompts* de las iteraciones con la IA generativa utilizados para ajustarlas y los resultados de cada iteración hasta que se encuentren satisfechos con el resultado. Si además hacen ajustes a la última versión generada por ChatGPT, también debe quedar registrado.
  - b. Compartan los aportes más relevantes que les proporcionó ChatGPT y cuáles no decidieron incorporar. Expliquen las razones por las cuales algunos aportes no fueron aplicados en el diseño final de la clase.
  - c. Elabore una breve reflexión sobre el proceso realizado para lograr la versión final de la clase; identificando qué los llevó a la respuesta que más les gustó y la utilidad o no de la herramienta. También reflexionar sobre las situaciones de enseñanza o de práctica profesional en las cuales utiliza o podría utilizar IA generativa.

El diseño propuesto se adecua a las necesidades formativas demandadas por esta sociedad digital. Implica una resignificación del rol del docente, el cual debe mediar su tarea educativa con esta herramienta (Docente-con-IA) y adecuar prácticas que quizá ya desarrollaba con otras tecnologías. Destacamos la viabilidad del diseño, ya que propone un primer acercamiento no solo a la herramienta de IA, sino también a todo el proceso tecno-didáctico que implica diseñar una situación de enseñanza. Queda pendiente analizar la evaluación a partir de las producciones de los estudiantes, como así también la del proceso implementado. También será objeto de análisis las reflexiones metacognitivas que puedan elaborar los estudiantes a partir de su interacción con el chatbot.

## **Conclusiones**

En el campo educativo, el auge de cualquier herramienta tecnológica, ya sea por nueva o por desconocida, ha estado acompañado de objeciones y resistencias. También, nos hemos encontrado con aquellos que, a partir de su experiencia, de un razonamiento crítico han encontrado la oportunidad para proponer innovaciones acordes a sus realidades y necesidades educativas.

Las propuestas que hemos compartido en este artículo, son un punto de partida y un aporte que, como formadores de formadores hacemos, respecto al uso de las herramientas de IA para la alfabetización en Competencias Digitales Docentes en carreras de formación de profesorado. Las mismas están inspiradas en ciertos principios básicos que orientan nuestra investigación, que también buscamos inculcar en nuestros alumnos: la integridad académica; la oposición al sedentarismo cognitivo que implique un uso abusivo de estas herramientas; el fomento del pensamiento crítico junto con la autorregulación del aprendizaje lógico y deductivo, promoviendo un ejercicio continuo de la metacognición.

Este trabajo, es también una invitación a mirar puertas adentro de las instituciones formadoras de formadores, a los fines de reflexionar sobre las prácticas que en ellas se llevan a cabo. Es necesario ampliar la mirada hacia definiciones de política educativa que reconozcan y le den identidad curricular a la alfabetización digital del profesorado.

De nuestra experiencia, observamos en la IA una herramienta que puede aportar de manera metodológica y funcional a las tareas de investigación, la enseñanza aprendizaje y al desarrollo y evaluación de CDD.

Esta última reflexión nos interpela como investigadores en el campo de la Educación Matemática, a aportar diseños, datos, resultados que permitan evaluar los niveles competenciales alcanzados por los futuros profesores en matemática, en relación a las experiencias formativas de las que hayan sido parte. Esto a los fines de trazar líneas de acción que permitan integrar el uso de herramientas, como la IA, a los planes de formación docente.

Nos hacemos eco de la reflexión de [3], al afirmar que, en el ámbito educativo, seguramente con la IA pasará lo mismo que ya sucedió con las otras TIC, y seremos testigos de la coexistencia de aquellos que abusen de ella y de otros que, con creatividad y reflexión, la utilizarán para llegar a lugares nuevos.

## Referencias bibliográficas

- [1] S., Novomisky. *La marca de la convergencia. Medios, tecnologías y educación: Doce ensayos en busca de una narrativa*. La Plata, Argentina: Ediciones de Periodismo y Comunicación (EPC), 2020. <https://doi.org/10.35537/10915/120967>
- [2] C. Lion. Repensar la educación híbrida después de la pandemia. *Buenos Aires: IIPE- UNESCO*, pp. 10-17. 2023. Disponible: <https://www.iiep.unesco.org/en/publication/repensar-la-educacion-hibrida-despues-de-la-pandemia>
- [3] M. Sigman y S. Bilinkis, *Artificial: La nueva inteligencia y el contorno de lo humano*. Barcelona, España: Debate, 2023.
- [4] M. U. Avila, L. F. Crespo, M. M. Moya, y B. J. Solís Munguía, Uso del Chat GPT como una estrategia de alfabetización en Competencia Digital Docente en Educación Matemática, en *Actas del Congreso TE&ET 2024*, 2024, pp. 12-19.
- [5] INTEF, *Marco Común de Competencia Digital Docente*, Ministerio de Educación y Formación Profesional de España, 2017. <https://es.slideshare.net/slideshow/marco-comn-de-competencia-digital-docente-2017/70374294>
- [6] INTEF, *Marco Común de Competencia Digital Docente*, Ministerio de Educación y Formación Profesional de España, 2022. [https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD\\_GTTA\\_2022.pdf](https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD_GTTA_2022.pdf).
- [7] D. Ayuso del Puerto y P. Gutiérrez Esteban, La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado, *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 25, n.º 2, pp. 347-362, 2022. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332>.
- [8] H. Castro y C. Orellana Guevara, Alfabetización con herramientas de IA: Estudio de caso para la creación de actividades didácticas, *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, n.º 37, e5, 2024. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e5>.
- [9] J. L. Escalante Jiménez, Actitud de los estudiantes universitarios de

- educación ante el uso de la inteligencia artificial, *Ciencia y Sociedad*, vol. 49, n.º 2, pp. 3–17, 2024. <https://doi.org/10.22206/cys.2024.v49i2.3082>.
- [10] B. Y. Taveras Sánchez, «Actitud hacia el uso académico del ChatGPT de docentes en formación de República Dominicana», *Ciencia y Educación*, vol. 8, n.º 2, pp. 5–26, 2024. <https://doi.org/10.22206/cyed.2024.v8i2.3008>.
- [11] A. Cuesta García, V. González Argüello y J. Pujolà Font, «El desarrollo del pensamiento crítico en procesos de escritura con herramientas de inteligencia artificial generativa en la formación inicial de maestros», *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, vol. 18, n.º 36, pp. 80-106, 2024. <https://doi.org/10.26378/rnlael1836569>.
- [12] P. Sureda, A. Corica, V. Parra, D. Godoy y S. Schiaffino, «La evaluación en educación matemática: aportes de chatbots y futuros profesores de matemática», *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, n.º 89, pp. 64–83, 2024. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3243>.

# Una mirada a la inclusión educativa desde el campo de las brechas digitales<sup>1</sup>

*Brenda Glickman,<sup>2</sup> Iván Thisted,<sup>3</sup> Malena Spotti,<sup>4</sup>  
Florencia Simonini<sup>5</sup>*

## Resumen

La pandemia dejó en evidencia y profundizó la fragmentación del sistema educativo. Uno de los campos en los que esto fue más evidente fue en el de las brechas de acceso y uso de la tecnología digital. Sin embargo, no basta con describirlas o medirlas, sino que es necesario comprender cómo estas se ponen en acción en el sistema educativo. Este artículo propone pensar cómo se vinculan las brechas digitales con la fragmentación del sistema educativo. Poner en diálogo estas dos categorías es una necesidad para comprender en la actualidad en qué consiste la segmentación del sistema educativo de Argentina. Se parte de considerar que hoy la segmentación en parte está dada por el acceso a internet y a las Tecnologías de la Información y la Comunicación y es necesario intervenir desde las políticas públicas para garantizar la inclusión educativa.

**Palabras clave:** tecnología educativa/ fragmentación educativa/ políticas educativas /brechas digitales

## 1. Introducción

Este trabajo es una síntesis de un proyecto de investigación que se desarrolla en el Observatorio de Gestión en Educación, Ciencia y Tecnología (IGEDECO, UBA). Tiene como objetivo estudiar la inclusión educativa, poniéndola en relación con las brechas digitales, ya que en la sociedad del conocimiento (Castells, 2009 y Buckingham, 2007) no es posible trabajar en pos de la inclusión soslayando el im-

---

1. IGEDECO, Facultad de Ciencias Económicas, UBA.

2. [brendaglickman@gmail.com](mailto:brendaglickman@gmail.com)

3. [ivanthisted@gmail.com](mailto:ivanthisted@gmail.com)

4. [male.spotti@gmail.com](mailto:male.spotti@gmail.com)

5. [simoniniflorencia@gmail.com](mailto:simoniniflorencia@gmail.com)

pacto de las tecnologías digitales, no sólo en educación sino en todos los ámbitos de la vida. Para abordar estos temas es necesario hacer referencia a la noción de fragmentación educativa, en especial a las ideas propuestas por diversos especialistas del campo de la sociología y la economía (Baudelot y Establet, 1971 y Bowles y Gintis, 1975) que al analizar el tránsito de estudiantes por los distintos niveles del sistema educativo y las diversas instituciones señalan que el acceso irrestricto no equivale a igual educación o igualdad de oportunidades. Según estos autores, esto ocurre debido a la existencia de distintos circuitos dentro del sistema educativo público de los países que provocan una segmentación. Según Kruger (2012) “El concepto de circuito educativo se refiere a la agrupación de las instituciones de acuerdo con la similitud de sus características (el nivel socioeconómico y capital sociocultural de sus alumnos, el perfil de los docentes, la infraestructura, los modelos pedagógicos, la organización, etc.). En este sentido, cada tipo de institución atiende a una población estudiantil específica configurándose mecanismos de retroalimentación que determinan círculos viciosos y virtuosos en términos de la calidad de los procesos educativos.” (p.5) Esta segmentación del sistema educativo hace referencia a la existencia de circuitos escolares de distinta calidad y con distintos niveles de acceso, pero también a la homogeneidad social, cultural y económica de aquellos que asisten a unos u otros circuitos. En Argentina, Braslavsky (1985) es quien comienza a trabajar sobre la existencia de un vínculo entre la fragmentación social y los procesos de diferenciación horizontal de las instituciones educativas. Esto quiere decir que desde la normativa todos deberían recibir la misma educación y acceder sin problemas a todos los niveles educativos; sin embargo en la práctica la situación es diferente. Las condiciones en las que se enseña y se aprende son completamente heterogéneas entre instituciones escolares de un mismo distrito y de una misma zona incluso.

En este sentido, este artículo propone pensar cómo se vinculan las brechas digitales con la fragmentación del sistema educativo. Poner en diálogo estas dos categorías es una necesidad para comprender en la actualidad en qué consiste la segmentación del sistema educativo de Argentina y su impacto en los aprendizajes. Se parte de considerar que en el caso de Argentina la segmentación está dada (al menos en alguna proporción) por el acceso a internet y a las tecnologías de la información y la comunicación y que es necesario generar políticas públicas diversas y complementarias que contemplen esta dimensión. Un componente que se debe tener en cuenta a la hora de profundizar



sobre las causas de la segmentación educativa, es decir, la fragmentación del sistema, son las brechas digitales existentes. Esas brechas digitales tienen que ver con lo que sucede en las casas, pero también en las escuelas por lo que entendemos que es fundamental trabajar prioritariamente sobre **la brecha digital de acceso y uso escolar**, es decir, con sentido pedagógico y didáctico para lograr aprendizajes.

**2. Las condiciones materiales  
para la virtualización de la educación**

*Acceso a internet y dispositivos*

Para tener una foto sobre el acceso a conexión en los hogares se pueden tomar los datos de la **encuesta realizada a estudiantes** de 6to grado durante la pandemia por parte de la Secretaría de Evaluación e Información Educativa del Ministerio de Educación de la Nación (SEIE ME). En el estudio se indagan las condiciones en las cuales se desarrollaron los aprendizajes durante el 2021.

Los resultados de la encuesta muestran que los contextos de los hogares de las y los estudiantes son heterogéneos en lo que respecta al acceso a conectividad y equipamiento, lo que en la práctica se tradujo en una doble brecha digital: de acceso y de uso. Esto afectó directamente las posibilidades de sostener la escolaridad durante la pandemia.

**Tabla 1. Estudiantes con acceso a internet en sus casas  
por segmento de poder adquisitivo.**

Estudiantes con acceso a internet en su casa (%)	Total	Seg. I	Seg. II	Seg. III	Seg. IV
Sí	84,5	67,4	88,9	95,2	98,6
No	15,5	32,6	11,1	4,8	1,4

Fuente: elaboración propia en base a Plan Nacional de Evaluación Educativa 2021-2022. Encuesta a estudiantes de 6° de la educación primaria: ciclo lectivo SEIE ME.

Al mirar el cuadro se observa que la posibilidad de acceder a conexión a internet en el hogar de los estudiantes que pertenecen a los dos segmentos socioeconómicos más bajos es mucho menor que la del resto de los estudiantes. Hay otra variable que permite comprender la situación con mayor profundidad. ¿Qué pasaba en cada segmento socioeconómico cuando se cortaba la provisión de internet en el ho-

gar? Algo que fue bastante frecuente porque la red no daba abasto durante la pandemia.

**Tabla 2. Cantidad de lugares desde donde los estudiantes pueden acceder a internet por segmento de poder adquisitivo.**

Cantidad de lugares donde acceden a internet (%)	Total	Seg. I	Seg. II	Seg. III	Seg. IV
No accede	4	9	2,3	1,2	0,2
Un lugar	20,2	39,2	19,4	14,2	9,9
Dos lugares	41	41,7	45,4	43,3	33,2
Tres lugares	18,6	12,6	19,7	22,1	24
Cuatro o más lugares	16,3	12,6	19,7	22,1	24

Fuente: elaboración propia en base a Plan Nacional de Evaluación Educativa 2021-2022. Encuesta a estudiantes de 6° de la educación primaria: ciclo lectivo SEIE ME.

Nuevamente un escenario de fragmentación: los estudiantes pertenecientes a los sectores socioeconómicos más altos (segmentos III y IV) siempre tenían varias opciones donde recurrir cuando la conexión doméstica fallaba mientras que los estudiantes pertenecientes a los sectores socioeconómicos más bajos no (segmentos I y II). El porcentaje de hogares sin conexión a internet es del 15,5%. Y acá hay que hacer un primer análisis de los datos. Este número permite afirmar que el 84,5% de los hogares de los niños y niñas de 6to grado cuenta con internet en sus casas. Sin embargo, lo que la encuesta no revela es qué tipo de internet tienen, que en definitiva se traduce en la calidad del servicio, que a su vez indicará rápidamente qué usos permite y qué usos no permite. Concretamente, no es lo mismo tener internet a través de los datos móviles de un celular que de un módem de Wifi. Tampoco es lo mismo que los datos móviles sean de un plan fijo con datos ilimitados a que sean provistos por un teléfono al que se le cargan tarjetas prepagas.

Si se observa, en el mismo informe, los medios utilizados por las y los estudiantes para la realización de tareas, se ve que la cantidad de estudiantes que sostenían las tareas escolares vía WhatsApp trepa el 59%, una cifra contundente. Para escuelas de gestión estatal y escuelas del ámbito rural este número es mayor todavía: 70% para gestión estatal, 78% para ámbito rural. Si bien WhatsApp puede servir como un gran recurso es imposible, por ejemplo, organizar a través de la aplicación carpetas temáticas, poder sistematizar ideas, leer textos, hacer ejercicios asistidos por un docente, estudiar sin desconcentrarse.

En definitiva, más que para intercambios cotidianos o actividades puntuales, sostener la escolaridad por medio de WhatsApp realmente puede resultar muy desafiante y sin duda desmotivante.

El uso de esta aplicación señala que el principal dispositivo de conexión era el celular. Es necesario considerar que más allá de la posibilidad de conectarse, también hubo dos cuestiones fundamentales que marcaron la pandemia: el tipo de servicio de internet al que se tenía acceso y la disponibilidad de dispositivos para conectarse.

La encuesta mencionada muestra esto claramente cuando se observa la información por segmentos de poder adquisitivo: en los dos segmentos más bajos aparece en primer lugar como medio utilizado para el seguimiento de tareas WhatsApp, con un 78% y un 72% respectivamente. Otra cuestión a destacar es que los cuadernillos son la segunda opción más utilizada en el segmento I y la tercera en el segmento II.

### *Los materiales didácticos: internet y el celular*

Ahora bien, mirar lo que sucedió durante la pandemia sirve para caracterizar el estado de situación. La encuesta realizada a docentes de nivel inicial, primaria y secundaria por parte de la SEIE ME permite tener una visión más completa del panorama. La información se relevó durante julio del 2020. Si se miran los números encontraremos que coinciden con lo que narran los estudiantes: el medio de comunicación más utilizado en nivel inicial y primario fue el teléfono celular, ya sea para enviar mensajes de texto vía SMS o WhatsApp (81% y 89%), como para realizar llamadas (50% y 65%). En el nivel secundario, el celular también fue el medio más usado, pero solo para mensajes de texto o WhatsApp (75%), mientras que el segundo medio más usado fue el correo electrónico, cuestión que puede asociarse a la edad de los y las estudiantes, al manejo autónomo de este tipo de herramientas ya que se trata de una aplicación que se puede usar perfectamente desde un dispositivo móvil.

Otra pregunta de la encuesta a docentes nos permite seguir identificando y consolidando una mirada del escenario en términos de brecha tecnológica. Cuando se les preguntó a los docentes cuáles fueron las dificultades que aparecieron en la planificación y en la gestión de las propuestas de continuidad pedagógica, como segunda respuesta más elegida se encuentran los problemas asociados a la dificultad de contacto con las y los estudiantes/familias por falta de datos y/o por la lejanía de sus hogares (50%). Si se analiza esta dificultad según

sector de gestión, se observa que para las y los docentes del sector estatal este problema se duplica en relación a sus pares del sector de gestión privada. Una brecha similar se advierte entre las respuestas de docentes del ámbito urbano y del rural en nivel inicial y primario

En cuanto a las dificultades para desarrollar su tarea durante el proceso de continuidad pedagógica, las dos dificultades que se encuentran más referidas por los docentes son tecnológicas: falta o limitaciones en la conectividad a internet 62% y limitaciones de recursos electrónicos 59%. Esto refleja que el acceso a dispositivos digitales y conectividad tampoco es una realidad para los docentes, es decir que, más allá de que durante la pandemia internet y los dispositivos digitales se convirtieron en herramientas de trabajo de primera necesidad, en recursos didácticos básicos, también hay que pensar lo que implica de cara al momento actual que los docentes no cuentan con esos recursos en su vida cotidiana.

Para cerrar este apartado resulta relevante mirar los datos del Censo 2022 de la República Argentina. Estos permiten sumar precisión y confirman que es necesario desarrollar políticas concretas que atiendan las brechas digitales. Todavía hoy es muy alta la cantidad de hogares por provincia que no disponen de algún tipo de equipo electrónico que se utilice para el almacenamiento y procesamiento de información (datos, palabras, imágenes, etc.) como puede ser una tablet o una notebook. Por ejemplo, varias provincias del NOA y del NEA muestran que solamente un 39.7% de los hogares cuenta con computadoras, tablets u otros dispositivos. En línea con esto, los datos de la EPH del cuarto cuatrimestre del 2023 muestran que el acceso a internet (no diferencia tipo de servicio) en los hogares creció: pasó de 82,9% (2019) a 93,4% (2023). Por el contrario, el acceso a computadora (incluye equipos portátiles) se mantiene estable para el mismo período: 60,9% (2019) 61,0% (2023).

### *La función de la escuela en relación a las brechas digitales*

A lo largo de este artículo se ha abordado el impacto de las brechas digitales en la inclusión educativa. En este punto es necesario definir la categoría “brechas digitales” para entender dónde se pone el acento en el análisis propuesto. La categoría de brecha digital, según Martín Romero (2020) se acuñó a fines de los 70’ en Francia en relación a las posibilidades de acceso o no a algunas tecnologías vinculadas a la telefonía. Con el paso del tiempo y la expansión acelerada del uso de las tecnologías digitales en el mundo desde mediados de los años

90' comienza a ser clara una distinción entre quienes acceden a las tecnologías digitales y quienes no lo hacen, y su uso aparece vinculado a algo más complejo que tener o no tener dispositivo, sino a pensar la creación de nuevas desigualdades. Por ejemplo, la OECD (2001) la define como “desfase o división entre individuos, hogares, áreas económicas y geográficas con diferentes niveles socioeconómicos con relación tanto a sus oportunidades de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, como al uso de Internet para una amplia variedad de actividades”. En consecuencia, así como el cambio e incorporación de tecnología genera nuevas oportunidades para quienes acceden a ellas, es posible que genere situaciones adversas para quienes no acceden, que se presentan como nuevos tipos de desigualdad. Una de esas nuevas formas hasta aquí se describió como “acceso”, pero es relevante profundizar esta noción: ¿acceso a qué?, ¿de quién?, ¿cuándo?, ¿qué es no acceder? Todo esto requiere precisiones. Estas precisiones están dadas por identificar múltiples brechas, por ejemplo, como lo hace Díaz Cama y Sabater Fernández (2020) que señalan no sólo la brecha de acceso por posibilidad de adquisición o no, o la brecha de uso (dada por el conocimiento de las herramientas y el idioma, entre otras variables para el uso instrumental) sino también que definen brechas generacionales, geográficas, por nivel de ingresos, por nivel de formación, e incluso una brecha digital por situación de actividad y también por tipo de ocupación. En este punto es fundamental señalar que hasta aquí el atributo de brecha digital se asigna a individuos. Sin embargo, parece responder a cuestiones colectivas: las brechas digitales son producto de las desigualdades sociales. Incluso para Arriazu (2015) la cuestión es profundamente de orden social, político y económico: “Lejos de la visión utópica de la democratización de los productos tecnológicos, lo cierto es que el modelo económico neoliberal que subyace al consumo de la tecnología ha fragmentado y excluido a los no poseedores de la tecnología y ha premiado y reconocido socialmente a sus detentadores” (p. 227).

En consonancia con este análisis es necesario preguntarse cuáles son otras brechas digitales que se producen o refuerzan. En este contexto, no se puede eludir del análisis a una de las instituciones más abarcativas de la organización social en la modernidad: la escuela o, más ampliamente, el sistema educativo y su participación en la reducción o reforzamiento de la brecha digital de uso. También cabe considerar que para reducir la brecha digital de uso es necesario disponer de equipamiento y de docentes capaces de usar ese equipamiento para trabajar de modo que se reduzca. Por lo que la escuela aquí es

una institución que es parte ineludible de la solución, pero también reproduce esta brecha en tanto no accede de modo suficiente a equipos, o por lo menos, según los números disponibles, no parece hacerlo.

Al delimitar a las instituciones educativas como núcleo del debate e intervención para la reducción de la brecha digital de uso, consideramos imprescindible plantear **una brecha digital de acceso y uso escolar**: si las brechas son sociales, son producidas en la sociedad y en sus instituciones, por lo tanto, pueden ser identificadas y analizadas para ser modificadas. Pero para que esto sea posible, hay que darle nombre: **brecha digital de acceso y uso escolar**. Cuando la escuela se consolidó como espacio donde el privilegio de leer y escribir se transformaron en el ejercicio de un derecho, se construyeron tecnologías para ello: pizarrones, pizarras individuales, tizas, borradores, bancos con tinteros, libros de lectura y grandes desarrollos teóricos en el campo de la pedagogía y la didáctica entre tantos otros para que eso fuera posible (Pineau, 1996). Ese proceso fue financiado en la mayor parte de los países del mundo por el Estado, y Argentina no escapa a esa situación. ¿Qué hacer ahora respecto a las brechas digitales?

### **Nominar la brecha digital implica hablar de equipamiento escolar**

¿Cuál es la situación material de las escuelas para poder avanzar en reducir la brecha de uso? ¿En qué estado está el equipamiento en las instituciones educativas de los tres niveles obligatorios?

¿Con qué tipo de equipamiento cuentan las escuelas? ¿Ese equipamiento es proporcional a la matrícula de la escuela? La SEIE ME (2022), brinda datos sobre el acceso a internet y la existencia de laboratorios de informática en las escuelas primarias de educación común de las 5 regiones del país. Si bien estos datos no alcanzan a dar un panorama completo de la disponibilidad de equipamiento e infraestructura adecuada, permiten aportar al diagnóstico de la situación: una vez más se observa la fuerte desigualdad entre las regiones del país. En el NOA y el NEA más de un 40% de instituciones educativas no tienen acceso a internet. Estas dos regiones al mismo tiempo son las que mayor cantidad de establecimientos rurales tienen. En este punto es pertinente dar cuenta de dos tipos de uso de internet que hacen las instituciones educativas. Las escuelas se conectan a internet con dos objetivos: administrativo y educativo. El primero incluye el uso de herramientas de gestión administrativa como por ejemplo salarios, licencias, carga de matrícula. La segunda implica conectar

las aulas de la escuela a internet para su uso didáctico, es decir, en situaciones de enseñanza con los estudiantes de la escuela. En los datos no se aclara el uso dado a la conexión a internet, lo cual señala que en varios casos es posible que la conexión sólo esté disponible para usos administrativos.

Por otro lado, el porcentaje de escuelas con laboratorio de informática en todo el país se reduce a menos de un 38% de los establecimientos educativos. ¿Qué implica un laboratorio de informática? Un espacio especialmente diseñado para trabajar con computadoras donde hay internet, un proyector, un equipo de sonido y unas 8 o 10 computadoras por lo menos. Respecto a la brecha digital escolar se puede decir que el acceso, con una dotación tan limitada de equipamiento, es acotado; y el acceso acotado hace difícil pensar en que se puede tener efecto sobre la brecha digital de uso. Cabe señalar que en el formato laboratorio las intervenciones docentes suelen tener elevado nivel de guía y construyen poca autonomía; y en relación con la brecha de acceso, el uso queda limitado a un tiempo y a un espacio muy acotados.

Los datos sobre el equipamiento disponible en las escuelas secundarias del país no son más alentadores. Existe una situación similar en este nivel para cada una de las regiones:

**Tabla 3. Disponibilidad de recursos para la enseñanza:  
luz eléctrica, internet, laboratorio de informática y biblioteca  
en escuelas secundarias por región.**

Región	Electricidad	Internet	Biblioteca	Lab. de Informática
Sur	100%	96%	67%	52%
Centro	98%	91%	52%	42%
Cuyo	100%	94%	50%	38%
NEA	99%	74%	42%	28%
NOA	95%	56%	43%	30%

Fuente: elaboración propia en base a SEIE ME.

Por otra parte, al observar los datos de acceso a conexión a internet, queda claro que hay una brecha de acceso hogareño, pero hay también una brecha digital de acceso escolar, modelada en muchos casos por la delimitación urbano/rural y también por la centralidad o no de la ubicación urbana de la instalación: buena parte de las escuelas que no están conectadas a la red se ubican en periferias urbanas.

Una deuda a la hora de repensar los datos que es necesario relevar es poder construir dos categorías de acceso a internet que permitan diferenciar si la conectividad con la que cuenta la escuela se restringe a su uso administrativo o si también cuenta con conectividad en las aulas para su uso didáctico. En este punto es relevante mencionar que los informes provistos por el área de Evaluación e Información educativa se han discontinuado, por lo que no se pudo acceder a datos más actuales.

### **El impacto de las brechas digitales de acceso y de uso escolar**

“La idea de que los chicos saben más que los docentes, ‘que vienen con el chip incorporado’ (Rueda Ortiz, 2004) y que son ‘nativos digitales’ (Selwyn, 2008) se ve reforzada por el tipo de implementación del programa, que pone la exploración del lado de los alumnos, y ayuda a promover los usos que ya conocen por fuera de la escuela” (Ines Dussel, 2011, p.52).

En 2010 se creó el programa Conectar Igualdad con el objetivo claro de saldar la brecha digital de acceso, así como también para reformular la práctica docente hacia un modelo conocido como 1 a 1. En su inicio, una de las grandes preocupaciones para los docentes era el saber experto que imaginaban en sus estudiantes respecto al uso de las herramientas de la tecnología digital. Sin embargo, este saber asimétrico está diferenciado y muy regulado por los usos y accesos desiguales. Y aquí también es central ver cómo se abordan las brechas de uso incluso ante el acceso al equipamiento. Al hablar de uso escolar del equipamiento no se hace referencia a su sentido instrumental sino a un enfoque que plantea que la alfabetización digital implica el desarrollo de habilidades, conocimientos, actitudes en el uso de las tecnologías digitales y también la comprensión de cómo impactan estas en las sociedades. Este enfoque jerarquiza el desarrollo de capacidades asociadas a una mirada crítica de las tecnologías digitales y su rol en la sociedad contemporánea reconociendo que su desarrollo debe ser analizado desde dimensiones económicas, sociales, políticas y culturales (Buckingham, 2007). Cuando se hace referencia a la relevancia que tiene poder trabajar sobre las **brechas digitales de acceso y de uso escolar** no se piensa en la posibilidad de que los y las estudiantes manipulen distintos dispositivos, hagan búsquedas en internet o usen una red social. Reducir la brecha de acceso y uso escolar excede el uso experto de herramientas de ofimática y es un



trabajo que requiere condiciones básicas (materiales y simbólicas) para llevarse adelante.

El uso cotidiano, el acceso permanente, la posibilidad de realizar no sólo tareas escolares sino todo tipo de actividades es condición necesaria para el desarrollo de las habilidades y capacidades mencionadas. La fragmentación que se da en los hogares se cristaliza en la escuela. Se trata no sólo de la llamada brecha digital que hace referencia al acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, sino también a la noción de brecha de uso que complejiza la de brecha de acceso.

Esta brecha busca señalar que una vez que un estudiante tiene las condiciones necesarias de acceso a las TIC (en la casa o en la escuela, pero idealmente en ambas) los tipos de usos y los beneficios que obtiene por ese acceso dependen de un conjunto de factores, relacionados sobre todo con sus características cognitivas, culturales y sociodemográficas. Desde la perspectiva de diversos estudios surge una nueva forma de indagar la relación entre el uso de las TIC y los aprendizajes, que comienza a ser crecientemente estudiada (Necuzzi, 2013). De la pregunta sobre el efecto de las tecnologías en los estudiantes se pasa a la pregunta sobre la forma en que los estudiantes se están apropiando de la tecnología para mejorar su desempeño, así como sobre las variables que explican sus diferencias. Aquí las que entran en juego ya no son solo escolares sino también las que están relacionadas a las características sociales e individuales o personales del estudiante. Asociado a este enfoque surge el concepto de *segunda brecha digital* (Necuzzi, 2013). Es necesario señalar que las investigaciones encienden una luz de alerta en tanto la capacidad de resolución de problemas en entornos virtuales se distribuye en la población estudiantil según la distribución preexistente de capital cultural, pues cierto dominio verbal, matemático y social de base es necesario para un desempeño adecuado en la sociedad red (Castells, 2009). Ante estas investigaciones, ¿qué hacer desde la escuela?

Para poder ponerle nombre a lo que preocupa es necesario hablar concretamente de la brecha digital de acceso y uso escolar y marcar un camino claro para la política pública: destinar financiamiento para que las escuelas y los profesorados cuenten con la infraestructura y el equipamiento necesario para poder trabajar sobre las brechas digitales. Como parte de esa política pública hay que destinar un presupuesto específico para el mantenimiento y recambio de ese equipamiento que es de uso intensivo.

## Conclusiones

Ha quedado claro para el sistema educativo la relevancia que tienen el acceso y el uso escolar de las tecnologías digitales luego de la pandemia. También ha quedado claro que para saber usar el primer paso es poder acceder, pero no esporádicamente sino en la cotidianidad y desde una mirada crítica.

Los números que hay disponibles muestran que la política pública tiene un desafío muy grande en el campo educativo en cuanto a las brechas digitales. En los contextos más vulnerables el acceso a internet continúa siendo a través de datos móviles, que son aún más limitados para quienes no tienen contratos y usan teléfonos prepagos. La falta de conectividad o su mal funcionamiento es característico de las zonas rurales. Algo similar sucede con los sectores más desfavorecidos de las zonas urbanas, donde el acceso a dispositivos y a conectividad, por lo menos desde las casas (muchas veces también en las escuelas), atraviesa las mismas dificultades. Esto marca que la brecha es geográfica pero también social.

En este artículo se hace foco en la categoría de **brecha digital de acceso y uso escolar** porque se considera que allí debe estar puesto el foco de las futuras políticas públicas. En este sentido, hay que destacar la importancia que tiene poder construir un instrumento que permita medir las brechas digitales, para poder darles un seguimiento y desarrollar políticas públicas que también trabajen esa dimensión. En este punto es necesario resaltar que son diversos y relevantes los objetivos de aprendizaje de cada nivel educativo que requieren para su concreción la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las tareas cotidianas.

En este sentido la Ley de Educación Nacional (2006) en su artículo 88 establece que “El acceso y dominio de las tecnologías de la información y la comunicación formarán parte de los contenidos curriculares indispensables para la inclusión en la sociedad del conocimiento”. Al mismo tiempo existen desde el 2018 los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica que tienen como objetivo la incorporación en los tres niveles de educación de saberes y capacidades asociados a estos tres ejes temáticos. Según la resolución de creación de estos nuevos NAP “El mundo de hoy se caracteriza por cambios y desafíos constantes en donde las nuevas tecnologías nos intervienen como sociedad. Enfrentarlos requiere de la construcción de conocimientos innovadores que permitan resolver los problemas del presente y del futuro. Es por eso

que debemos incentivar a todos los chicos de nuestro país para que adquieran las habilidades que requiere el siglo XXI y formarlos para que sean capaces de entender y hacer un uso crítico de las tecnologías digitales en todos los aspectos de la vida y en el mundo del trabajo, en particular” (Res 343/18). Para poder cumplir con estos objetivos es necesario dotar a las escuelas del equipamiento necesario. Cuando se habla del desarrollo de capacidades y el uso crítico de las tecnologías digitales se hace referencia a la brecha digital de uso escolar, sin embargo, si no podemos resolver la brecha digital de acceso escolar, estos objetivos de aprendizaje quedan muy alejados de la realidad del sistema educativo.

Para construir la categoría de brecha digital de acceso escolar es fundamental poder correrse del determinismo del capital cultural y pensar en el lugar de la escuela, más concretamente la educación pública como agente de transformación. Para esto hay un elemento clave en la formación de los jóvenes que es el docente como factor que interviene en la calidad de la educación. Los procesos de enseñanza y aprendizaje son situados y dialogan con los recursos disponibles tanto simbólicos como materiales.

¿Cómo se miden las brechas digitales? Es necesario comenzar a construir un camino en este sentido y para eso existen experiencias en el mundo que pueden ser un gran aporte. Sin embargo, como prioridad del desarrollo de políticas públicas de tecnología educativa, es fundamental la creación de un Observatorio de Desarrollo de la Tecnología Educativa. No hay datos precisos, no hay informes de evaluación de las políticas públicas educativas implementadas en este campo durante los últimos 15 años, se desconoce la inversión, la cantidad, el tipo de equipamiento entregado hasta el momento en cada una de las jurisdicciones y su impacto. ¿Cómo se puede evaluar cuáles son las mejores estrategias? No se trata sólo de evaluar los programas implementados sino de poder analizar, comprender y definir en términos de política pública cuáles **son las acciones más adecuadas para poder reducir las brechas digitales de acceso y uso escolar**. Hacer este artículo basado en determinados datos de los usos y acceso a equipamiento sólo fue posible por la excepcionalidad de la pandemia. No hay relevamientos sistemáticos que incluyan el nivel de detalle que permiten los citados informes. Lo más cercano son los operativos de evaluación Aprender que no permiten un panorama acabado y completo. Al mismo tiempo, la última vez que se realizó un censo docente fue en el 2014.

Por lo pronto, podemos decir que la información pública disponible

muestra que actualmente el único programa del Estado Nacional destinado a la provisión de equipamiento tecnológico (entrega a estudiantes no a las escuelas) fue desfinanciado en el 2024 y discontinuado en 2025. Son muchos los interrogantes que no se pueden responder con precisión por la falta de datos y el diseño de políticas públicas requiere de esa base para tener alguna posibilidad de ser efectivas y cumplir con las metas que se proponen concretar.

Algo que ha dejado claro el paso de la pandemia es que la educación es con docentes en escuelas, pero también ha dejado claro que, así como en el siglo XIX ir a la escuela era acceder a la lectura y la escritura, en el siglo XXI ir a la escuela debe suponer la alfabetización digital desde un enfoque integral como norte igualitario y obligatorio. Pero ese camino requiere conocer el punto de partida. La pregunta es si este trabajo es realizable hoy con la información disponible

## Bibliografía

- Arriazu, R. (2015). La incidencia de la brecha digital y la exclusión social tecnológica: el impacto de las competencias digitales en los colectivos vulnerables. *Praxis sociológica*, (19), 225-240
- Bowles, S. y Gintis, H. (1975). "The problem with Human Capital Theory" en *American Economic Review*, vol.65, n.2, 1975, pp.74-82.
- Baudelot, C y Establet, R. (1971) *L'école capitaliste en France*. Paris: François Maspero.
- Braslavsky, C. (1985) *La discriminación educativa en Argentina*. Buenos Aires: FLACSO-Grupo Editor Latinoamericano.
- Buckingham, David (2007), "Digital Media Literacies: Rethinking media education in the age of the Internet", *Research in Comparative and International Education*, vol. 2, núm. 1.
- Castells, M. (2009). *Comunicación y Poder*. Madrid: Alianza Editorial.
- Dirección Nacional de Evaluación, Información y Estadística Educativa (2022) *Informe Nacional de Indicadores Educativos: situación y evolución del derecho a la educación en Argentina / 1a ed.* - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- Dussel, I. (2011) *Aprender y Enseñar en la Cultura Digital*. VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Buenos Aires: Fundación Santillana.
- Fernández, C. S., Díaz, M. A. C (2020). Los tiempos del Covid-19 acentúan la brecha digital como brecha social en La Rioja. *Edunovatic* 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10 - 11, 2020, 2020, ISBN 978-84-09-22967-3, Págs. 1274-1280, 10(2), 1274–1280. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7800276>

- INDEC (2024) Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. EPH Cuarto trimestre de 2023
- Krüger, N. (2012). La segmentación educativa argentina: reflexiones desde una perspectiva micro y macro social. *Páginas de Educación*, 5(1), 137-156. Recuperado en 26 de julio de 2023, de [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-74682012000100\\_008&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682012000100_008&lng=es&tlng=pt).
- Necuzzi, C. (2013) Estado del arte sobre el desarrollo cognitivo involucrado en los procesos de aprendizaje y enseñanza con integración de las TIC. Programa TIC y educación básica. UNICEF
- Pineau, P. (1996): “La escuela en el paisaje moderno. Consideraciones sobre el proceso de escolarización”. En Cucuzza, R. (comp.) (1996): *Historia de la educación en debate*. Miño y Dávila, Bs.As.
- OECD (2001), “Understanding the Digital Divide”, OECD Digital Economy Papers, No. 49, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/236405667766>.
- Secretaría de Evaluación e Información Educativa del Ministerio de Educación de la Nación (2020). Evaluación Nacional de Proceso de Continuidad Pedagógica. Informe Preliminar de la Encuesta a Docentes. <https://drive.google.com/file/d/1MeqApW SXwVh2A4XHKRFbWRml0IYQnS4w/vi ew?usp=sharing>
- Secretaría de Evaluación e Información Educativa del Ministerio de Educación de la Nación (2022). La voz de las y los estudiantes sobre sus aprendizajes. Informe de resultados. Encuesta a estudiantes de 6to grado durante pandemia: [https://drive.google.com/file/d/1p7-AiFqO\\_fV-jxLhzWr-OccDTwIR5m1hv/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1p7-AiFqO_fV-jxLhzWr-OccDTwIR5m1hv/view?usp=sharing)
- Secretaría de Evaluación e Información Educativa del Ministerio de Educación de la Nación (2022). Encuesta a docentes de escuelas secundarias. Segundo relevamiento. <https://drive.google.com/file/d/1R-2YfQ5z96moPyu6Db5YoTo-aNXhgZLp/view?usp=sharing>
- Secretaría de Evaluación e Información Educativa del Ministerio de Educación de la Nación (20219). Informe Indicativo 2019.

# **Implementación de una interfaz para prácticas educativas de laboratorio en software y hardware libres**

*Guillermo F. Caporaletti,<sup>1</sup> Miguel Dall’Osso,<sup>2</sup> Marco Bofelli,<sup>3</sup>  
Tomás Jovic,<sup>4</sup> Alejandro Santari<sup>5</sup>*

## **Resumen**

Se presenta el desarrollo de una Interfaz de Señales para Prácticas Educativas de Laboratorio (ISPEL) para ser utilizado en los primeros años de las carreras de ingeniería y afines. La innovación del equipo consiste en construir un equipo económico y con diseño de licencias libres de software y hardware para su aprovechamiento en instituciones educativas. El equipo será utilizado inicialmente en la Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV) para prácticas remotas y presenciales. Para su diseño, se ha partido de una sistematización de las prácticas de laboratorio que se realizan actualmente en la carrera de Ingeniería en Informática. El desarrollo se inscribe en los programas PRIICA de UNDAV y Programa de Laboratorios de Acceso Remoto de la Secretaría de Políticas Universitarias. Actualmente, el equipo se encuentra en fase de prueba de hardware y software del sistema embebido implementado.

## **Introducción**

La práctica es la base fundamental del conocimiento científico y, por lo tanto, de la formación profesional. En este desarrollo se ha buscado satisfacer particularmente una necesidad para las prácticas de laboratorio que se desarrollan en los primeros años de las carreras de ingeniería. En esta etapa son necesarios equipos que no requieren por lo general una alta exigencia en cuanto a recursos electrónicos.

- 
1. Ingeniero Electrónico y profesor Adjunto Regular en la carrera de Ingeniería en Informática de la UNDAV.
  2. Profesor de Física y docente UNDAV.
  3. Profesor de Matemática y docente UNDAV.
  4. Licenciado en Enseñanza de la Física y docente UNDAV.
  5. Ingeniero en Informática y docente de UNDAV.



Figura 1. Equipo interfaz desarrollado ISPEL Beta 2024.

El hecho de que estos equipos suelen tener baja precisión no es un obstáculo en el proceso educativo. Baird afirma sobre las prácticas universitarias de laboratorio: «Es necesario que aprendamos a trabajar dentro del marco de los aparatos disponibles. Toda experimentación profesional está sujeta a limitaciones sobre los recursos, y gran parte de la habilidad para la experimentación consiste en optimizar el rendimiento experimental a partir de esos recursos». Y agrega que «...es una injusticia común que se comete con los estudiantes de los primeros cursos de laboratorio de física, proporcionarles aparatos que están ajustados con demasiado cuidado, o darles, en otras formas, la impresión de que los experimentos son ideales.» [1].

Sin embargo, las frecuentes averías y su alto precio derivan en una recurrente falta de equipos para su realización. Lamentablemente, esta es una situación muy común en las universidades públicas. Y no es un problema exclusivo de las instituciones de más reciente creación, sino que ocurre también en las que son centenarias. Tal es así que en la Facultad de Ingeniería de UNLP han desarrollado una interfaz para utilizar un sensor de temperatura Pasco debido al deterioro de la interfaz para prácticas de laboratorio [2].

En la figura 1 se muestra el equipo la Interfaz de Señales para Prácticas Educativas de Laboratorio (ISPEL) desarrollado por el programa PRIICA de la Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV). El mismo consiste en dos generadores de señales analógicas y dos captadoras de señales analógicas. Esta interfaz de señales debe conectarse a una PC por puerto USB, desde donde se opera y hacia donde envía las señales capturadas. Se ha puesto especial atención a las protecciones frente a su utilización incorrecta. Esto tiene par-

ticular importancia porque se trata de prácticas educativas en las cuales los estudiantes no tienen aún suficiente experiencia y se suelen producir daños por su mala utilización. La interfaz reemplazará de forma más económica las funciones de un generador de señal y de un osciloscopio, aunque con menores prestaciones. Dicho equipo, que se encuentra en fase de prueba, fue desarrollado bajo licencias de software [3] y hardware libres [4]. El equipo fue desarrollado en el marco del programa PRIICA de la UNDAV.

El desarrollo de la interfaz ISPEL se relaciona con el enfoque STEM o STEAM en jerarquizar la práctica con experiencias de laboratorio y en plantear un aprendizaje orientado en la resolución de problemas [5] [6] [7]. Por otra parte, la realización de prácticas de forma remota utilizando la interfaz tiene como objetivo ampliar la disponibilidad de dicha práctica, aunque con las limitaciones de la virtualidad.

## **Desarrollo del proyecto**

Para este primer prototipo se siguió el esquema de gestión de proyecto de tipo cascada, siguiendo las fases: 1) especificación de requerimientos, 2) diseño de arquitectura y detallado, 3) implementación y construcción, 4) prueba y 5) cierre del proyecto [8, p. 43]. Actualmente se encuentra en curso la fase de prueba.

Este primer prototipo es controlado mediante un protocolo de comunicación entre la interfaz y la PC, desarrollado en el proyecto. Además, se está avanzando en la implementación de una interfaz de usuario para PC y en una interfaz web para realizar prácticas remotas. A la vez, ya están siendo documentados nuevos requerimientos para implementar, por ejemplo, el agregado de puertos digitales. Visto globalmente, se va avanzando en un enfoque de ciclo de vida incremental [8, p. 44].

Una de las primeras tareas ha sido investigar la variedad de prácticas experimentales de laboratorio que se realizan en Ingeniería en Informática de UNDAV. Se han analizado 22 prácticas de laboratorio usualmente realizadas en Física, Análisis de Circuitos Eléctricos y Sistema y Tecnología Electrónica. La síntesis de estas prácticas de laboratorio típicas ha derivado en una simplificación de los requerimientos. Respecto de los requerimientos con que se inició el proyecto, se ha bajado la frecuencia especificada para los generadores de señal desde 1 MHz a 100 kHz. Se ha quitado el requerimiento de que el generador pueda tener como salida una señal arbitraria cargada desde



PC. Se ha bajado la amplitud de salida de los generadores desde 20 V a 10 V. Los requerimientos iniciales partían de analizar las especificaciones de equipos disponibles en el mercado. La simplificación de los mismos contribuye a lograr el objetivo de un equipo económico.

## **Decisiones de hardware**

En paralelo a la revisión de requerimientos, se ha ido avanzando en el desarrollo de hardware y software del equipo. Se ha seleccionado la placa de desarrollo NUCLEO- F429ZI de STMicroelectronics (STM) [9] para implementar el sistema embebido del proyecto.

Esta selección ha surgido de analizar también la posibilidad de utilizar una placa EDU-CIAA [10], Arduino Due [11], BeagleBone Black [12] y NUCLEO-F446RG [13]. Se optó por utilizar una placa de desarrollo debido a que simplificó el inicio del desarrollo.

Entre los motivos más importantes que llevaron a la elección de esta placa Nucleo de STM, podemos citar:

- Cantidad suficiente de conversores DAC con frecuencia de muestreo adecuada. Las pruebas alcanzaron 3,0 MSPS (millones de muestras por segundo) para los dos conversores funcionando en simultáneo.
- Cantidad suficiente de conversores ADC con frecuencia de muestreo adecuada. Se logró alcanzar los 2,4 MSPS
- Cantidad suficiente de memoria RAM.
- Estado activo de producción.
- Precio adecuado de U\$S 46.
- Conectividad diversa, incluyendo puertos USB, Ethernet, I<sup>2</sup>C, SPI y CAN.

Por otra parte, el hardware se ha diseñado seleccionando componentes con alta disponibilidad en el mercado nacional para facilitar su reproducción y mantenimiento. Se ha puesto especial énfasis de proteger entradas y salidas frente a sobretensiones. Se ha limitado la corriente de salida de los generadores mediante hardware. De no poder evitarse, se busca que en todo caso los daños sean sobre los búferes de entrada y amplificadores de salida, protegiendo al microcontrolador. Se ha implementado una conexión USB Tipo B con la PC, teniendo en cuenta su robustez.

El circuito de la placa principal, donde se montó la placa NUCLEO-F429ZI, se diseñó en una placa doble faz, con componentes

principalmente de montaje superficial en la parte superior y buscando una masa lo más abarcativa posible en la parte inferior para blindarse de interferencias. El diseño de hardware también se encuentra disponible en un repositorio público [4].

El equipo ISPEL posee un costo de producción de aproximadamente U\$S 350 por unidad, a lo que debería sumarse los costos de garantía, asistencia técnica y comercialización. Tampoco incluye el valor de desarrollo del firmware necesario. Actualmente, el desarrollo se encuentra en su fase de prueba.

## **Arquitectura, diseño e implementación de software**

Para el equipo interfaz en sí, se ha elegido FreeRTOS como sistema operativo, fundamentado principalmente en que posee una arquitectura multitarea ya probada. Además, porque ayuda a la portabilidad de sus aplicaciones, su escalabilidad y el mantenimiento. Esto es particularmente importante para desarrollos futuros, que incluyen la posibilidad de migrar el desarrollo hacia otros microcontroladores. Como valor adicional, el proyecto aporta a la formación de profesionales y estudiantes en el conocimiento de sistemas operativos de tiempo real.

Como parte de la arquitectura de software del sistema embebido, se ha implementado una estructura de capas, tal como se indica en la figura 2. El desarrollo propio de firmware consiste en las capas de aplicación, abstracción de hardware y abstracción de sistema operativo. La estrategia de capas se presenta en [14, p. 7].

STMicroelectronics (STM) ya provee una capa de controladores y librería HAL (por *hardware abstraction layer*). Sobre esa capa trabaja el Sistema Operativo. La capa o puerto HAL propia abstrae el uso de hardware y funciones HAL de STM para el resto de las capas superiores. Sus funciones públicas comienzan con los caracteres “uHAL”. La capa OSAL abstrae las funciones típicas del sistema operativo para los controladores propios. Sus funciones públicas comienzan con los caracteres “uo”.

Sobre estas dos capas propias, se desarrollaron controladores API, para manejo por la capa de aplicación. Los módulos incluidos en API pueden utilizar funciones de OSAL y HAL propios, pero no de la HAL de STM ni de FreeRTOS.

La capa de Aplicación reúne las tareas implementadas en FreeRTOS, los objetos definidos a nivel de aplicación y sus procedimientos. Básicamente utiliza funciones API y de FreeRTOS, pero no HAL de

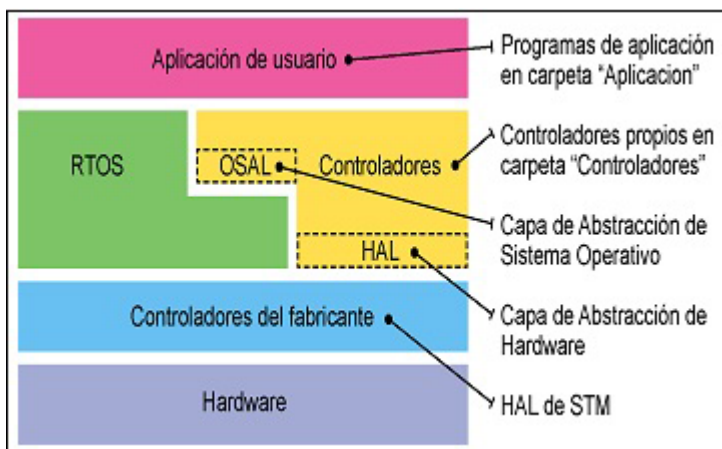


Figura 2. Arquitectura de capas del firmware del equipo ISPEL. Durante el proyecto se han desarrollado las capas de Aplicación, Controladores, OSAL y HAL específica.

STM y, preferentemente, tampoco de HAL propia. Se han desarrollado varios módulos para la generación y la captura de señales, y la comunicación entre el equipo y la PC.

La implementación del software se ha ido desarrollando desde el bajo nivel al superior (*down-up*), debido a la necesidad de aprender a utilizar los recursos del microcontrolador F429ZI y de corroborar que los requerimientos sean factibles con el hardware elegido. El método general de desarrollo de software ha sido: 1) tomar un objeto definido a nivel de aplicación; 2) desarrollar la o las interfaces uHAL para utilizar los recursos de hardware que se presupone requerirá; 3) desarrollar el o los objetos necesarios en la capa de Controladores en bare-metal; 4) integrar los módulos desarrollados al proyecto en FreeRTOS; 5) desarrollar el objeto de aplicación requerido.

El avance del software se encuentra disponible en un repositorio público [3].

## Especificaciones del equipo ISPEL

Las especificaciones finales logradas en el prototipo ISPEL Beta 2024 son las siguientes especificaciones:

### 1. Generadores de señales:

- El equipo cuenta con dos salidas de señal.
- Tipo de señales: cuadrada, senoidal y triangular.
- Ancho de banda: DC a 100 kHz.
- Selectividad en frecuencia: 200 ppm.
- Fase de las salidas: configurable.
- Rango de tensión:  $\pm 9,5$  V.
- Distorsión: 2 % a 10 kHz; 4 % a 100 kHz.
- Nivel de ruido: 60 mV RMS.
- Pendiente máxima (*slew rate*):  $\pm 0,8$  V/ $\mu$ s.
- Corriente máxima: 100 mA para salidas de 50  $\Omega$ .
- Conexión: conector tipo macho BNC para su salida de 50  $\Omega$ .
- Protección: ante cortocircuito a la salida y por sobretensión entrante. Con fusible.

### 2. Entradas analógicas:

- El equipo cuenta con dos entradas.
- Frecuencia de muestreo: 2,4 MSPS (millones de muestras por segundo).
- Rango de tensión de entrada:  $\pm 10$  V y  $\pm 20$  V.
- Nivel de ruido: 6 mV RMS.
- Impedancia de entrada: 1 M $\Omega$  y 10 pF.
- Conexión: conectores tipo macho BNC.
- Protección: ante sobretensión entrante.

### 3. Señal de prueba:

- Salida de señal cuadrada de prueba.
- Frecuencia: 1 kHz.
- Niveles de tensión: 0 V y 5 V.
- Error del nivel 5 V: 1 %.
- Tiempo de crecimiento y de caída: 15 ns.
- Impedancia de salida: 50  $\Omega$ .
- Conexión: conectores tipo macho BNC.
- Protección: fusible.

### 4. Interfaces de operación:

- El equipo es operado desde la PC, a través de una conexión por puerto USB utilizando un protocolo específico de comandos. Éstos están descritos en el “Manual de comandos de operación de ISPEL” [15].
- Botón de encendido y apagado del equipo. Botones para encender

y apagar las salidas de señal analógica. Botones para encender y apagar las entradas de señal analógica. Botón para iniciar captura desde el tablero.

- Leds indicadores.

#### 5. Alimentación:

- 220 V, 50 Hz.
- Protección: chasis conectado a tierra y fusible en la entrada de línea.

### Otros equipos disponibles en el mercado

Otro equipo bastante utilizado con especificaciones similares es la Interfaz Universal 850 (UI 850) Pasco [16], con un precio aproximado de U\$S 1.800. Sin embargo, uno de sus recurrentes problemas es la salida de servicio ante sus altos costos de reparación [2].

También son muy utilizadas las placas Arduino Uno o similares [17] [18] [19]. Pero sus posibilidades son escasas, ya que ni siquiera posee un conversor DAC de salida. Si bien una placa Arduino promueve una participación activa de los estudiantes en el desarrollo de la práctica, no es adecuado en general para las prácticas de los primeros años de ingeniería donde el eje busca ponerse en la experiencia física en sí. Un equipo comercializado basado en Arduino es Vernier LabQuest Mini [20], que básicamente posee tres entradas con una frecuencia de muestreo de apenas 100 kSPS (miles de muestras por segundo). Tiene un costo de U\$S 934. No posee salidas.

En conclusión, el equipo ISPEL logrado resulta conveniente.

### Conclusión

Se ha logrado construir un prototipo de la versión 1 del equipo, denominado ISPEL Beta 2024, diseñado con licencias libres y a un costo de producción altamente conveniente. El mismo se encuentra en fase de prueba. Si bien el equipo es una versión simplificada de otros disponibles en el mercado, permitirá el desarrollo de prácticas que hoy se realizan los primeros años de la carrera, ya sea de forma presencial o remota.

Además del firmware integrado al sistema embebido y del diseño de hardware, se ha diseñado e implementado un protocolo de comunicación entre la interfaz de señales y la PC adecuado para operar esta clase de equipos. Este protocolo permite continuar con el desarrollo

de la interfaz de usuario en PC y para web. Esta interfaz de usuario para PC o web es imprescindible para que pueda ser efectivamente utilizado por los y las estudiantes.

La perspectiva es que este equipo contribuya al desarrollo en el ámbito universitario de las prácticas educativas de laboratorio. El aprovechamiento de la formación de investigadores y estudiantes de las universidades ha sido, también en otros casos, el puntapié inicial para el desarrollo de proyectos de software y hardware libres necesarios. Además, el desarrollo en sí ha favorecido la formación de estudiantes y docentes.

## Referencias

- [1] D. Baird, Experimentación: Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos, México: Prentice Hall, 1991.
- [2] E. Devece, J. C. Czerwien, A. Bottcher y P. Torroba, «Desarrollo de interfaz para sensor de temperatura Pasco con tecnología Arduino en reemplazo de interfaz Pasco,» de *IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería UNLP*, La Plata, 2017.
- [3] G. F. Caporaletti, «ISPEL: Firmware para placa Nucleo-F429ZI,» 2024. [En línea]. Available: <https://github.com/gcapora/ISPEL>.
- [4] G. F. Caporaletti y A. Santari, «Diseño de circuitos impresos de la Interfaz de Señales para Prácticas Educativas de Laboratorio (ISPEL),» 2025. [En línea]. Available: <https://github.com/gcapora/ISPEL-CAD>.
- [5] M. V. López-Gamboa, C. Córdoda y J. Soto, «Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI,» *Latin American Journal of Science Education*, vol. 7, n° 1, pp. 1-16, 2020.
- [6] R. Jimenez Leon, D. E. Magaña Medina y S. P. Aquino Zúñiga, «Gestión de tendencias STEM en educación superior y su impacto en la industria 4.0,» *Journal of the Academy*, n° 5, pp. 99- 121, 2021.
- [7] L. M. Buitrago, G. M. Laverde, L. Y. Amaya y S. I. Hernández, «Pensamiento computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas,» *Panorama*, vol. 16, n° 30, 2022.
- [8] Project Management Institute, Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, Séptima ed., Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, 2021.
- [9] ST Microelectronics, «STM32F427xx STM32F429xx (datasheet),» 2018.
- [10] CIAA, «Modelo EDU-CIAA-NXP,» 2019. [En línea]. Available: [https://www.proyecto-ciaa.com.ar/index\\_comprar\\_educiaanxp.html](https://www.proyecto-ciaa.com.ar/index_comprar_educiaanxp.html). [Último acceso: 2023].
- [11] Arduino, «Arduino Due,» 2019. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-due>. [Último acceso: 2023].

- [12] BeagleBone , «What is BeagleBone Black?,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.beagleboard.org/boards/beaglebone-black>.
- [13] ST Microelectronics, «NUCLEO- F446RE: STM32 Nucleo-64 development board,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.st.com/en/evaluation-tools/nucleo-f446re.html>.. [Último acceso: 2023].
- [14] J. Cruz, Device drivers en RTOS (presentación), 2023.
- [15] G. F. Caporaletti, «Manual de comandos de operación ISPEL,» 2025. [En línea]. Available: [https://github.com/gcapora/ISPEL/blob/main/Documentos/API%20comunicaci%C3%B3n%20equipo-PC%20-%20V1\\_Beta.pdf](https://github.com/gcapora/ISPEL/blob/main/Documentos/API%20comunicaci%C3%B3n%20equipo-PC%20-%20V1_Beta.pdf).
- [16] Pasco, «850 Universal Interface,» [En línea]. Available: <https://www.pasco.com/products/interfaces-and-data-loggers/ui-5000>. [Último acceso: diciembre 2025].
- [17] A. Fernández-Pacheco y S. Martín, «Implementation of an Arduino Remote Laboratory with Raspberry Pi,» de IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates, 2019.
- [18] S. Martín, A. Fernandez-Pacheco, J. A. Ruipérez-Valiente, G. Carro Fernandez y M. Castro, «Laboratories, Remote Experimentation Through Arduino- Based Remote,» *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 16, pp. 180-186, 2021.
- [19] R. Christiansen, F. Hanna, E. Agüero y N. Pereyra, «Experimentos de física utilizando Arduino,» *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 28, nº 1, pp. 23-28, 2016.
- [20] Vernier Science Education, «Interface LabQuest Mini,» [En línea]. Available: <https://www.vernier.com/product/labquest-st-mini/>.

# Aprendizaje basado en juegos y gamificación en un curso de ingreso a carreras de Ingeniería

*Roxana Scorzo,<sup>1</sup> Daniela Bottaro,<sup>2</sup> Gisele De Pietri,<sup>3</sup>  
Karina Martínez<sup>4</sup>*

## Resumen

En el presente artículo se describe una experiencia educativa de aprendizaje basada en actividades didácticas de autoaprendizaje, que incluyen técnicas de juegos y gamificación, implementada en un curso de ingreso a carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza. Los contenidos donde se aplican estas estrategias son de Matemática y Geometría, entre los que se cuentan: polinomios, ecuaciones e inecuaciones, funciones lineales, cuadráticas, logarítmicas y exponenciales, movimientos en el plano, números complejos y notación científica.

En el artículo se muestran el diseño, fundamentación teórica basada en el modelo instruccional ADDIE y formas de implementación y evaluación de estas estrategias. Se establecen las diferencias teóricas entre aprendizaje basado en juegos y gamificación, se muestran ejemplos de ambas estrategias y algunas opiniones de los estudiantes. La propuesta tiene como objetivo general fomentar el autoaprendizaje de los aspirantes a ingresar a carreras de Ingeniería informática, electrónica, civil, mecánica e industrial, para que adquieran habilidades de autonomía propias del mundo académico.

**Palabras Clave:** Juegos. Gamificación. Ingreso. Ingeniería. Matemática.

## Introducción

El uso de estrategias innovadoras en la educación superior ha cobrado relevancia en los últimos años, especialmente en áreas como

---

1. [rscorzo@unlam.edu.ar](mailto:rscorzo@unlam.edu.ar) (UNLaM).

2. [dbottaro@unlam.edu.ar](mailto:dbottaro@unlam.edu.ar) (UNLaM).

3. [gdepietri@unlam.edu.ar](mailto:gdepietri@unlam.edu.ar) (UNLaM).

4. [kmartinez@unlam.edu.ar](mailto:kmartinez@unlam.edu.ar) (UNLaM).



la ingeniería, donde se busca fomentar competencias clave como la autonomía y el autoaprendizaje. En este contexto, el aprendizaje basado en juegos (Game-Based Learning, GBL) y la gamificación se han consolidado como enfoques prometedores para incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes [1] [2] [3]. Mientras que el GBL integra elementos de juego directamente en el contenido educativo, la gamificación utiliza mecánicas de juego, como puntos y recompensas, para incentivar comportamientos deseados dentro de un entorno no lúdico [4]. Estas estrategias han demostrado ser efectivas para dinamizar contenidos complejos y promover habilidades colaborativas y creativas entre los estudiantes.

En el presente artículo, se analiza una experiencia educativa, basada en actividades de autoaprendizaje, implementada en un curso de ingreso a carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza. Basándose en el modelo instruccional ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), se diseñaron actividades que combinan GBL y gamificación para abordar conceptos fundamentales de Matemáticas y Geometría, tales como polinomios, ecuaciones e inecuaciones, funciones matemáticas y movimientos en el plano. Este enfoque no solo busca mejorar la comprensión de los contenidos académicos, sino también preparar a los aspirantes para los retos del ámbito universitario mediante el desarrollo de habilidades autónomas [5] [6] [7].

La propuesta presentada responde a la necesidad de adaptar las metodologías educativas al contexto actual, caracterizado por estudiantes que demandan experiencias de aprendizaje más dinámicas e interactivas. Estudios previos han evidenciado que estas estrategias pueden aumentar significativamente la participación activa en las actividades académicas y mejorar los resultados del aprendizaje [1] [2]. Este trabajo contribuye a esta línea de investigación al ofrecer un análisis detallado del diseño e implementación de estas metodologías en un entorno educativo específico.

## **Marco teórico**

### *Aprendizaje basado en juegos (GBL) y Gamificación*

La gamificación y el Aprendizaje Basado en Juegos son dos metodologías activas que persiguen un mismo objetivo: convertir al estudiante en protagonista de su aprendizaje con el docente como guía. Ambas emplean dinámicas de juego y por eso a veces se confunden.

De acuerdo a diversos autores se marcan las principales diferencias entre ambas técnicas [2] [4] [8]. El GBL utiliza juegos completos como herramienta principal para transmitir conocimientos y habilidades. Estos están diseñados específicamente para el aprendizaje, y su objetivo es que los estudiantes aprendan a través de la experiencia de resolverlos. Puede incluir competencia y eventualmente existir ganadores y perdedores, ya que el juego es el vehículo principal para el aprendizaje. Se utiliza principalmente en entornos educativos para enseñar o evaluar conceptos específicos. Puede ser competitivo o colaborativo, dependiendo del diseño de la propuesta. La gamificación incorpora elementos y mecánicas de juegos en contextos no lúdicos, como aulas o empresas, sin convertir el proceso en un juego completo. Se centra en motivar comportamientos deseados mediante puntos, rankings, insignias, niveles, etc. No suele enfocarse en ganar o perder, sino en progresar y motivar a través de recompensas y retroalimentación. Suele ser más colaborativa, ya que se centra en incentivar comportamientos colectivos más que competitivos [2] [4] [8].

### *Diseño instruccional ADDIE*

El modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) es un enfoque sistemático ampliamente utilizado en el diseño instruccional. Este modelo es una herramienta esencial para diseñar estrategias educativas efectivas, promoviendo un aprendizaje significativo y alineado con metas pedagógicas claras, al proporcionar un marco sistemático que asegura que cada aspecto del diseño instruccional esté orientado a cumplir objetivos específicos [5] [6] [9]. Su capacidad para recopilar datos en cada fase facilita decisiones basadas en evidencia, optimizando recursos y garantizando resultados medibles. Además, su enfoque iterativo asegura que los programas educativos evolucionen conforme a las necesidades cambiantes de los estudiantes y organizaciones. Las fases que propone pueden realizarse sucesivamente, pero en forma flexible permite hacer adecuaciones y ajustes en caso de ser necesarios o simultáneamente [10] Las fases del modelo son:

- Análisis: identifica las necesidades de aprendizaje, los objetivos y las brechas de rendimiento. Examina las características de los estudiantes, como conocimientos previos y nivel educativo.
- Diseño: define cómo se estructurará el contenido educativo. Se-

lecciona métodos pedagógicos y herramientas tecnológicas para cumplir los objetivos de aprendizaje.

- Desarrollo: crea los materiales educativos basados en el diseño previo. Incluye estrategias instruccionales y evalúa la calidad del producto antes de su implementación.
- Implementación: entrega el contenido a los estudiantes mediante plataformas de aprendizaje o sesiones presenciales.
- Evaluación: recoge retroalimentación sobre la efectividad del programa. Permite realizar ajustes en las fases previas para mejorar continuamente el proceso educativo [5] [10].

### *Aprendizaje autónomo*

En un mundo en constante cambio, impulsado por el avance del conocimiento y la tecnología, la capacidad de aprender de manera autónoma se vuelve esencial a lo largo de la vida. El estudiante debe asumir un rol protagónico y ser responsable de su propio proceso de aprendizaje. La autonomía en el aprendizaje es una competencia clave para acceder y mantenerse en la educación superior. Así lo señala el documento consolidado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en 2014, donde se destaca su importancia desde la educación media, pasando por los cursos y seminarios de admisión, hasta las carreras de grado. Según este documento, la autonomía en el aprendizaje se define como “un conjunto de hábitos y actitudes ante el estudio que favorecen el aprendizaje en forma independiente” [11]. Esta habilidad, considerada transversal porque atraviesa tanto las áreas básicas del conocimiento como las específicas de cada carrera, implica múltiples capacidades. Entre ellas, la organización eficiente del tiempo y el espacio de estudio, la concentración en las actividades académicas, el cumplimiento de plazos y formatos de entrega, y la gestión adecuada de materiales y recursos de apoyo. Además, requiere la habilidad de buscar información, analizarla e integrarla, así como desarrollar disciplina, esfuerzo y estrategias de metacognición. Estas últimas permiten al estudiante adoptar una actitud crítica y evaluadora, identificando las metodologías que mejor favorecen su propio proceso de aprendizaje. La autonomía en el autoaprendizaje se encuentra en una constante tensión entre independencia y dependencia. Aunque tradicionalmente se lo define como el aprendizaje logrado por el individuo sin la intervención de otros, la independencia en este proceso es siempre relativa. Está determinada por diversos factores, como el espacio, el tiempo, las personas y los materiales elaborados

por terceros. A medida que un individuo desarrolla mayores niveles de autoaprendizaje, su dependencia se desplaza progresivamente desde elementos externos hacia sus propias acciones y estrategias de aprendizaje. Sin embargo, la autonomía nunca es absoluta. Solo los genios y expertos en un campo específico pueden aprender sin recurrir a recursos o conocimientos generados por otros [7].

## **Contexto**

Los estudiantes que desean ingresar a las carreras de ingeniería del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la UNLaM deben cursar y aprobar tres asignaturas: Matemática, Geometría y Seminario de Comprensión y Producción de Textos. El curso de admisión se desarrolla en dos instancias. La primera se extiende de julio a diciembre, durante la cual los alumnos asisten a clases presenciales por un total de siete horas semanales. Las asignaturas se cursan de manera consecutiva: al finalizar el dictado de cada una, se rinde el examen correspondiente. La segunda instancia tiene lugar en febrero y marzo y se dicta bajo una modalidad semipresencial. En esta etapa, los estudiantes asisten a clases presenciales tres días a la semana, dedicando una jornada a cada asignatura. Los otros tres días participan en clases sincrónicas mediante video llamadas a través de la plataforma Microsoft Teams. Además, cuentan con acceso a materiales y foros en la plataforma

MIEL/Ingreso (Materias Interactivas en Línea) de la Universidad. Para hacer efectivo el ingreso, los estudiantes deben rendir un examen final de cada asignatura y alcanzar la calificación mínima requerida, determinada mediante un promedio ponderado de las notas obtenidas. En el curso de ingreso 2025, entre ambas instancias, participaron aproximadamente 7.200 aspirantes, distribuidos en 67 comisiones, con un promedio de poco más de 100 estudiantes por comisión. El equipo docente encargado de implementar las estrategias de enseñanza en estas materias está conformado por 35 profesores, muchos de los cuales también dictan asignaturas de primer año en las carreras de ingeniería.

## **Metodología**

Algunas estrategias basadas en juegos o de gamificación forman parte de las actividades de autoaprendizaje planificadas para el curso de ingreso. Otros en cambio son recursos didácticos que se les propor-

cional en la plataforma Miel, de carácter voluntario y que en general son para reforzar conceptos o autoevaluar los conocimientos. También los docentes pueden usar estos recursos en el aula, especialmente en los encuentros que se denominan de Aula Taller, donde en general se repasan contenidos.

A continuación, se mostrará dos fichas técnicas basadas en el modelo ADDIE, para fundamentar estas estrategias basadas en juegos y una sobre gamificación. Se detalla en esta ficha el tipo de juego, con qué herramienta se diseñó, el enlace al mismo, imágenes que lo describen, como se obtuvieron datos para evaluar los logros y opiniones de los estudiantes al realizarlo. Finalmente se hace referencia a un juego de escape que integra todos los temas de matemática, sin explicitar la ficha técnica.

*Recursos didácticos. Ficha técnica Rompecabezas*

Este juego, junto con otro forma parte de la autoevaluación de una de las actividades de autoaprendizaje planificadas para todas las comisiones del curso de ingreso (Fig. 1)

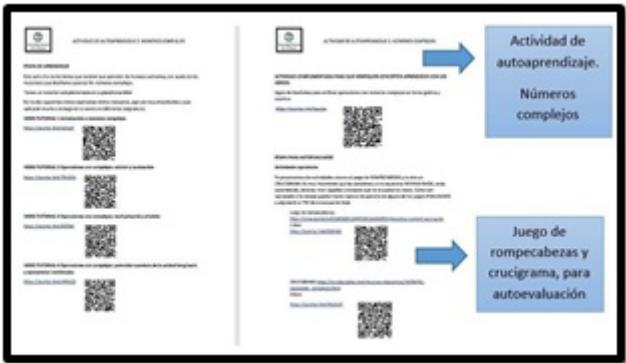


Figura 1: Actividad de autoaprendizaje sobre números complejos

**Tabla 1. Ficha técnica ROMPECABEZAS**

**Fases del modelo ADDIE**  
**Estrategia de JUEGO para evaluar conceptos básicos sobre números**  
**complejos: ROMPECABEZAS**

**Análisis**

Uno de los temas elegidos para que los estudiantes aborden en forma autónoma es números complejos. Esta temática muchas veces no es tratada en el nivel medio, sin embargo, para las carreras de ingeniería, es importante que reconozcan qué es un número complejo, formas de representación y operaciones básicas. Para ello se diseñó una guía con diferentes recursos como videos tutoriales, interactivos, aplicaciones con GeoGebra, formularios de Google Forms y actividades basadas en juegos para que en forma autónoma los alumnos puedan aprender el tema. En este caso, se describe una estrategia de juego, se trata de un ROMPECABEZAS para repasar conceptos básicos, que forma parte de la evaluación del contenido.

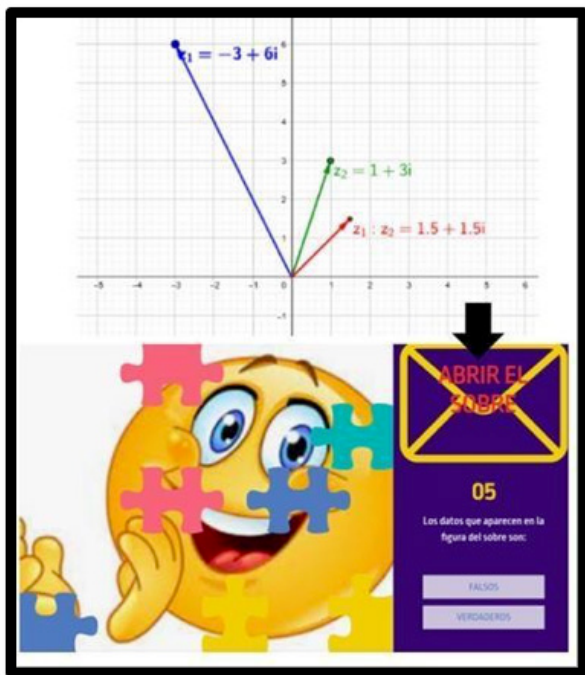
**Diseño**



El objetivo de esta estrategia, es que puedan los estudiantes, de una forma lúdica, evaluar qué conceptos básicos sobre números complejos pudieron aprender. La herramienta utilizada fue GENIALLY es una plataforma en línea que permite

crear y compartir actividades interactivas, dinámicas y atractivas. Es una herramienta versátil, accesible y de fácil uso. Cuenta con videos tutoriales para diseñarlas en forma rápida y sencilla. En este caso el recurso didáctico es un ROMPECABEZAS. El enlace al recurso es <https://acortar.link/0S0HbX>

### Desarrollo



El rompecabezas tiene 6 preguntas, que se van presentando con texto, imágenes y expresiones analíticas, cuando abren el sobre que aparece en la imagen. Tratan sobre representación de complejos y operaciones básicas. No se les otorga puntaje por cada acierto, en caso de error aparece un cartel que así lo señala, pueden cambiar la respuesta, para avanzar a la diapositiva siguiente. No se establece tiempo de finalización del juego, cuando finaliza se observa una imagen la cual deben compartir en un documento junto con otras actividades y emitir una opinión acerca del recurso.

### Implementación

Esta actividad fue voluntaria, si bien se destinó un espacio corto en una clase para realizarla en las aulas con sus dispositivos móviles, la segunda parte, que consistía en otro juego diferente (crucigrama, en Educaplay) fue una tarea pendiente para sus hogares. El documento a entregar como se explicitó en el apartado de desarrollo se realizó a través de un formulario de Google Forms.

Esta estrategia de juego no formó parte de ninguna actividad de autoaprendizaje. Es una de las actividades que se consideran voluntarias. Figuran en la plataforma Miel y el objetivo principal de las mismas es sintetizar temas explicados en clase, y que el estudiante lo haga de forma autónoma.

**Fases del modelo ADDIE Estrategia de Juego: relacionar grupos**

**TEMA**

**Actividad de síntesis sobre funciones lineales y cuadráticas**

**Análisis**

Esta es una actividad de síntesis básica sobre funciones lineales y cuadráticas. Los conocimientos previos entonces es reconocer características principales de estos dos modelos funcionales. Los estudiantes no están acostumbrados a trabajar este tipo de consignas, donde deben agrupar de acuerdo a las características de la función que les aparece en la parte superior.



## Diseño



La herramienta utilizada fue EDUCAPLAY en su plan free. El tipo de actividad se denomina RELACIONAR GRUPOS. Es una herramienta que permite diseñar actividades en forma sencilla, cuenta con videos tutoriales y tiene una versión free bastante amplia.

Objetivo: reconocer principales características de las funciones lineales y cuadráticas, especialmente desde el punto de vista gráfico.

## Desarrollo

Esta estrategia basada en juego, permite que el estudiante accede desde los dispositivos móviles, tabletas y obtener un puntaje y eventualmente aparecer en un podio donde se muestran las primeras diez posiciones.



### **Implementación**

Es una actividad voluntaria de repaso. Se puede sugerir hacer en clase o dejarlo librado a la voluntad del estudiante.

### **Evaluación**

Esta aplicación permite ver estadísticas de quienes la completaron como se muestra en la figura.

Incluso al finalizar se genera una retroalimentación y el juego no avanza si no se forman los grupos correctamente.

## **Estrategia de Gamificación: RETO DE CINCO DÍAS**

A diferencia de las dos estrategias anteriores basadas en juegos esta cumple las reglas de la gamificación. A través del recorrido de la misma los estudiantes podrán aprender en forma autónoma movimientos en el plano.

**Tabla 3 ficha técnica estrategia de Gamificación**

### **Fases del modelo ADDIE Estrategia de gamificación. Movimientos rígidos en el plano: El reto de los cinco días**

#### **Análisis**

Está pensada para la asignatura geometría, donde ya se ha trabajado con figuras geométricas, sus propiedades y clasificación, por lo que se lo consideran conocimientos previos.

A través de diferentes recursos, se trata de describir cada movimiento de forma que los estudiantes logren reconocerlos desde una mirada geométrica para luego extraer conclusiones procedimentales.

#### **Diseño**



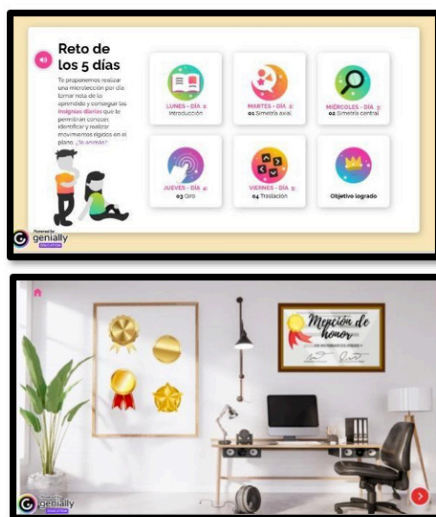
El objetivo de esta propuesta es que aprendan en forma autónoma movimientos rígidos en el plano, un tema que ya no figura en los contenidos de la enseñanza media y que se consideran de suma importancia para las carreras a las cuales se pretende ingresar.

La herramienta utilizada es Genially, como recurso interactivo que permite organizar la información, los tiempos y las tareas.

Cada día los estudiantes tendrán distintos retos que abordar, a medida que lo hagan irán recibiendo insignias que den cuenta de su paso por las diferentes etapas. Para que puedan resolver los retos, el Genially cuenta con videos explicativos de autoría propia y subidos a Youtube, breves explicaciones en formato de audio o texto, ejemplos cotidianos, enlaces a Formulario de Google, Padlet, GeoGebra y archivos dinámicos a su disposición, presenta también un juego de secuenciación realizado en LearningApps

- Genially: Plataforma para crear presentaciones y recursos interactivos. Ofrece una versión gratuita con funcionalidades básicas.
- YouTube: Plataforma de videos en línea con acceso gratuito.
- GeoGebra: Software de matemática dinámica de acceso libre y gratuito. Es de código abierto y permite su uso sin restricciones en navegadores y dispositivos móviles.
- Padlet: Herramienta de colaboración digital con una versión gratuita.
- Google Forms: Aplicación de uso libre para cualquier persona con una cuenta de Google que permite crear y completar formularios o encuestas.
- LearningApps: Plataforma gratuita con actividades interactivas para educación que permite el acceso sin restricciones ni necesidad de suscripción.

## Desarrollo



Esta estrategia de gamificación pretende que el juego sea atractivo, efectivo y que impulse la motivación de los estudiantes en aprender por sí solos un contenido.

Además de la exploración en GG, se usan diferentes recursos, desde pequeños quizzes, pasando por la búsqueda de las coordenadas del centro de simetría alumbrando con una linterna, pasando por ordenar las etapas del proceso de construcción de un MR, hasta responder un formulario de Google Drive que desbloquee el siguiente reto.

A medida que se avanza en los diferentes días, se van ganando insignias y sumando preguntas para pensar, o comentarios que permitan a los estudiantes relacionar los conceptos nuevos con otros conocidos de modo que el nuevo saber pueda conectarse con el bagaje cultural de cada uno y determinar un conocimiento perdurable. También se les va dando sugerencias para que tomen nota de lo aprendido, o se indican ejercicios del manual que pueden realizar.

### Implementación

Esta actividad se llevará a cabo durante una semana fuera del horario de cursada. Cada uno debe acceder a Genially para obtener sus insignias, pero se alentará al trabajo en grupos para que puedan debatir y exponer sus ideas.

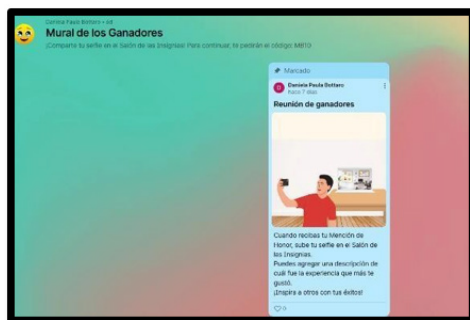
Le demandará diariamente entre 5 y 15 minutos la realización de la tarea junto con el análisis del material.

Los docentes a cargo de los cursos darán las pautas para la realización de la propuesta, y una vez finalizada se hará una puesta en común en el aula para relevar puntos fuertes y débiles, comparar resultados y unificar conceptos en caso que sea necesario.

### Evaluación

A través de los cinco días habrá tres momentos de evaluación de los resultados: El primero será el segundo día, cuando los estudiantes tendrán que responder un formulario de Google, a través del cual se podrá registrar quiénes están realizando la actividad y cómo lo están haciendo.

El segundo, será al finalizar el recorrido, es cuando se les pide a quienes hayan cumplido con todas las tareas que se tomen una selfi en el Salón de las Insignias y la suban a un Padlet, con el nombre de Mural de los Ganadores. Ahí tendremos la nómina de quiénes han superado los retos, sin una calificación numérica.



Finalmente, hay una tercera evaluación que no quedará registrada, sino que apunta a la responsabilidad en el aprendizaje. Al finalizar el reto se plantean algunas preguntas de autoevaluación, buscando que cada uno de los participantes pueda reflexionar sobre su práctica, repasar cuánto aprendió y en qué medida alcanzó los objetivos, invitándolos a rehacerlo en caso de considerar que no cumplió con las expectativas de la propuesta. Se hace foco en la autonomía y responsabilidad de los educandos que tendrán a disposición todo el material necesario para el autoaprendizaje.

### *Estrategia de gamificación: juego de escape*

Uno de los objetivos del curso de ingreso es familiarizar a los estudiantes con las instalaciones del campus de la Universidad Nacional de La Matanza, que se extiende por más de quince hectáreas. Para lograrlo, se diseñó una propuesta gamificada que integra los contenidos de la materia Matemática con un recorrido interactivo por los distintos sectores de la universidad. La actividad se presenta en formato de sala de escape, utilizando como base el plano del campus, fotografías de sus instalaciones y características de cada espacio. A medida que los estudiantes resuelven problemas matemáticos, obtienen contraseñas que les permiten “abrir puertas” y avanzar en el desafío. De esta manera, no solo refuerzan los conocimientos previos al examen, como ecuaciones, polinomios, funciones logarítmicas y exponenciales, entre otros, sino que también se familiarizan con los diferentes sectores de la universidad de una forma dinámica y motivadora (Fig. 2). El enlace para acceder a este juego de escape es <https://view.genial.ly/60e9c188e1524f0d6110f3fb/interactive-content-gisele-de-pietri-u>



Figura 2. Juego de escape diseñado en Genially para repasar temas de matemática.

## Algunas opiniones de los estudiantes

### *Acerca de las actividades de autoaprendizaje*

La mayoría de los estudiantes opinó que consideraban importante aprender temas en forma autónoma, porque me van formando para mi futuro desempeño como estudiante universitario, a pesar de que le implicaba un mayor esfuerzo (Fig. 3).

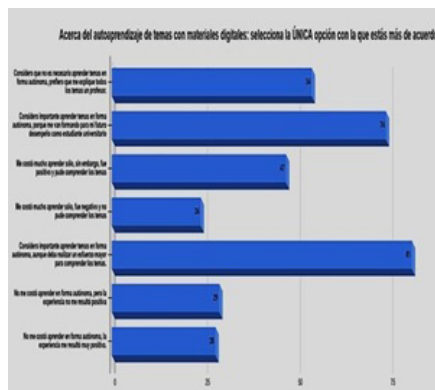


Figura 3. Estadísticas de las opiniones de los alumnos en cuanto a las actividades de autoaprendizaje

*Acerca del juego de rompecabezas*

Se les pidió que evalúen con puntaje en qué medida el juego les permitió autoevaluarse acerca de lo aprendido en la actividad de autoaprendizaje. El mayor puntaje corresponde entre 7 y 8 puntos, y muy pocos asignaron puntajes inferiores a 4 puntos (Fig. 4)

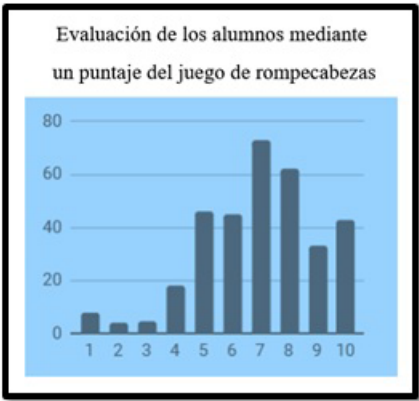


Figura 4. Puntaje juego rompecabezas

*Acerca de las opiniones sobre las estrategias lúdicas*

Finalmente les solicitamos en qué medida los juegos les sirvieron para comprender mejor los conceptos. El 40% respondió medianamente, un 16% mucho, en forma imprescindible un 4% y el resto poco o nada (Fig. 5)

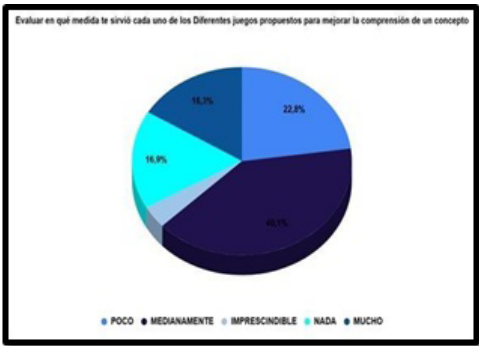


Figura 5. Opiniones de los alumnos en cuanto a las técnicas del juego y la comprensión de conceptos

## Reflexiones finales

El aprendizaje basado en juegos y la gamificación ofrecen una alternativa efectiva para la enseñanza de conceptos matemáticos en cursos de ingreso a carreras de ingeniería. La aplicación del modelo ADDIE en el diseño de estas estrategias permite estructurar la experiencia de aprendizaje de manera eficiente, favoreciendo el desarrollo del autoaprendizaje y la motivación en los estudiantes.

## Referencias bibliográficas

- [1] Akpolat, B. & Wolfgang S. "Enhancing software engineering student team engagement in a high- intensity extreme programming course using gamification." 2014 IEEE 27th conference on software engineering education and training (CSEE&T). IEEE, 2014.
- [2] Patajalo, E. M.; Avila, C. D. La Gamificación en Matemáticas: Una Revisión Sistemática. Polo del Conocimiento, 2025, vol. 10, no 2, p. 566-586.
- [3] Osorio, I. M. V. La gamificación en el aprendizaje de los estudiantes universitarios. Rastros Rostros, 2016, vol. 18, no 33, p. 27-38.
- [4] Zabala-Vargas, A., Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) aplicado a la enseñanza de la matemática en educación superior: Formación Universitaria, 2020, vol. 13, no. 1, pp. 17-21.
- [5] Morales-González, B., Edel-Navarro, R., Aguirre-Aguilar, G. Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): su aplicación en ambientes educativos. 1. ed. [s.l.]: [s.n.], 2023.
- [6] Villegas-Dianta, A.; Castillo-Paredes A.; Se´pulveda-Ibarra C.; Nuñez-Vadés K. (2023). Diseño de cápsulas digitales por estudiantes de pedagogía bajo modelo ADDIE y metodología A+S. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 7(28), 745-757. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.55> 1
- [7] Moreno, R.; Martínez, R. J. Aprendizaje autónomo. Desarrollo de una definición. Acta Comportamental: Revista Latina de Análisis de Comportamiento, 15(1), 51-62. 2007.
- [8] Escobar, Robert E.; Bohórquez, M. L. El aprendizaje basado en videojuegos y la gamificación como estrategias para construir y vivir la convivencia escolar. Revista Cedotic, 2018, vol. 3, no 1, p. 59-80.
- [9] Zulkifli, N.; Zhang, Y., Ayub, A. F. M., & Nawi, N. R. C. „From Analysis to Creation: Utilizing the ADDIE Model for Developing and Educational Game for Children,”. En The Asian Conference on Education. 2023.
- [10] Williams, P.; Schrum, L., Sangra, A., y Guardia, L. Modelos de diseño instruccional. Fundamentos del diseño técnico-pedagógico en e- learning. Barce lona: FUOC, 2004.
- [11] CONFEDI Competencias en ingeniería. Libro Azul. Mar del Plata, Argentina: Universidad FASTA, 2014.



# **Diseño y Desarrollo de un Videojuego para la Prevención del Abuso Sexual Infantil en Argentina<sup>1</sup>**

*Cecilia Roma,<sup>2</sup> Berenice Lourdes Balich,<sup>3</sup>  
Marcos Nahuel Buceta,<sup>4</sup> Mateo Baya,<sup>5</sup>  
Milena Manghi y Scheck<sup>6</sup>*

## **Resumen**

Este trabajo propone el uso de un videojuego como herramienta para prevenir el Abuso Sexual Infantil (ASI), educando y concientizando a los niños de manera accesible e interactiva. A través del juego, los niños podrán aprender a identificar situaciones de riesgo, conocer sus derechos y entender la importancia de pedir ayuda a un adulto de confianza.

El videojuego está diseñado para usarse de forma independiente o en compañía de familiares o docentes, facilitando el diálogo y el aprendizaje en un entorno seguro. Su enfoque lúdico permite transmitir información de manera clara y efectiva, y está destinado a niños de 10 a 12 años.

Al aprovechar la tecnología y el interés de los niños por los videojuegos, esta propuesta busca fortalecer la prevención del ASI de manera innovadora y cercana a su realidad.

**Palabras clave:** Abuso Sexual Infantil, Videojuego, Educación, Prevención, Concientización

---

1. Videojuegos para la prevención del ASI/CAETI. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática, Tecnología Informática, Universidad Abierta Interamericana. Av. Montes de Oca 745 (C1270AAH) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel: 54 11 4301-5323.

2. MariaCecilia.Roma@uai.edu.ar

3. BereniceLourdes.Balich@uai.edu.ar

4. MarcosNahuel.Buceta@alumnos.uai.edu.ar

5. Milena.ManghiYScheck@alumnos.uai.edu.ar

6. mateo.baya@alumnos.uai.edu.ar

## 1. Introducción

El Abuso Sexual Infantil (ASI) es una problemática grave, entre octubre de 2020 y septiembre de 2021 se registraron 3.219 niñas, niños o adolescentes víctimas en consultas por violencia sexual. De ese total, un 77% eran niñas de 12 a 17 años [1]. Según UNICEF [2], el ASI ocurre cuando un niño es utilizado para la estimulación sexual de su agresor, ya sea un adulto conocido o desconocido, un pariente u otro menor de edad, aunque mayor que la víctima. Esta realidad pone de manifiesto la necesidad de desarrollar estrategias innovadoras para la prevención y concientización de este tipo de violencia.

Los videojuegos han demostrado ser una herramienta efectiva en contextos educativos e informativos [3], [4], [5], facilitando el aprendizaje a través de la interacción y la participación del jugador. Para el desarrollo de la dinámica del videojuego se ha considerado la Teoría del Aprendizaje Social de Albert Bandura [6], que sostiene que la observación, la imitación y el modelaje son claves en los procesos de aprendizaje. Este proyecto propone el desarrollo de un videojuego serio orientado a la prevención del ASI en niños y niñas de entre 10 y 12 años.

El diseño del videojuego se centra en desarrollar un “*serious game*” (videojuego serio) [7] implementando la metodología del aprender haciendo y combinando la enseñanza de conceptos teóricos con herramientas prácticas para la identificación y denuncia de situaciones de abuso. Su estructura busca fomentar la toma de decisiones informada y reforzar conocimientos a través de la interactividad, asegurando una experiencia significativa y accesible para su público objetivo.

A lo largo de este trabajo, se analizarán las mecánicas del videojuego, su fundamentación teórica y su relación con los objetivos de prevención del ASI, destacando su potencial como recurso educativo innovador y su impacto en la concientización infantil.

## 2. Desarrollo

### 2.1. Arte

Para definir la estética del videojuego, se realizó un relevamiento inicial mediante encuestas a estudiantes de 5to y 6to grado de escuelas primarias de gestión estatal. El objetivo fue identificar las características visuales y estructurales que los niños y niñas prefieren en los videojuegos que consumen con mayor frecuencia. Los resultados

señalaron varios elementos clave a considerar en el desarrollo del proyecto:

- **Preferencia por juegos en tercera persona**, lo que sugiere la necesidad de un diseño de cámara que permita una vista amplia del entorno y facilite la exploración.
- **Interés en juegos con capacidad de exploración de zonas**, lo que implica la creación de escenarios amplios y detallados que motiven la interacción del jugador con su entorno.
- **Gráficos llamativos pero no infantiles**, lo que descarta estilos excesivamente caricaturizados y se orienta hacia una estética estilizada con colores vibrantes y texturas detalladas.
- **Personajes jóvenes adultos**, evitando protagonistas que sean infantiles, lo que sugiere un enfoque narrativo más serio y personajes con los que los jugadores puedan identificarse sin infantilizar la experiencia.

**2.1.1. Estética y Diseño de Personajes** El estilo artístico del videojuego busca un equilibrio entre realismo y estilización, asegurando que los gráficos sean atractivos para el público objetivo sin perder claridad visual. Los personajes han sido diseñados con proporciones humanas y expresiones detalladas, evitando rasgos exageradamente infantiles. Se ha optado por un diseño estilizado con texturas semi-realistas y paletas de colores equilibradas, buscando una inmersión adecuada sin caer en estéticas hiperrealistas que puedan resultar menos accesibles para la audiencia infantil.



Figura 1. Primer boceto de personaje femenino



Figura 2. Primer boceto de traje para los personajes



Figura 3. Segundo boceto de personaje masculino y femenino

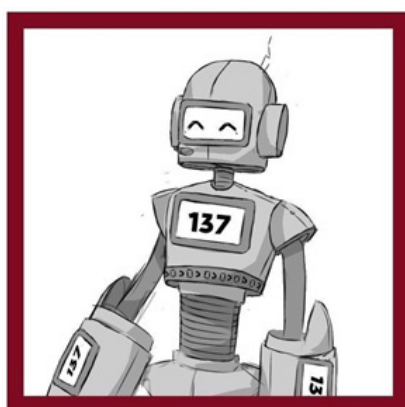


Figura 4. Primer boceto de robot 137

## 2.2. Mecánicas

Las mecánicas en videojuegos son las reglas y sistemas que rigen la interacción del jugador con el mundo del juego, aquellos que la persona puede, o no, hacer está definido en las mecánicas y estas se vuelven el puente entre lo que se presiona en un control externo, como un teclado, y lo que se refleja en el juego. Son los componentes fundamentales que determinan la jugabilidad y la experiencia del usuario. Según Hunicke, LeBlanc y Zubek (2004) [8], las mecánicas forman parte del modelo MDA (Mecánicas, Dinámicas y Estética), donde actúan como los elementos base que influyen en las dinámicas emergentes y en la experiencia emocional del jugador.

**2.2.1. Mecánicas del Videojuego** Nuestro videojuego incorpora varias mecánicas clave diseñadas para facilitar la inmersión y el descubrimiento de la narrativa:

- **Interacción con NPCs (Personajes no jugables):** Se realiza mediante un sistema de diálogo basado en una rueda de selección, lo que permite al jugador tomar decisiones que afectan la historia y llevan a resultados positivos o negativos. Por otra parte, hay NPCs que darán misiones al jugador, de primaria o secundaria prioridad. Estas misiones incluyen lograr completar satisfactoriamente minijuegos. Algunos de estos minijuegos siendo: «piedra, papel o tijera», desafíos de ritmo musical, coordinación, entre otros.
- **Máquina del Tiempo:** Funciona como la base o punto de aparición (*Spawn*) del jugador, donde este puede acceder a una base de datos que almacena información sobre personajes con los que haya conversado previamente y el progreso en el nivel. Con esto, se tiene a la mano una colección de datos sobre lo que se conoce y lo que falte descubrir o lograr. También permite la transición entre niveles, teniendo como requisito haber terminado todas las tareas pendientes en la época actual.
- **Robot 137:** Representa una figura adulta, actuando como guía del jugador, le notificara la fecha de la próxima misión y lo acompañara en sus viajes proporcionando recordatorios sobre el objetivo actual, brindando información histórica relevante al nivel en curso y manteniéndose a disposición en caso de que se le requiera. El nombre del robot hace referencia a la línea 137, contacto telefónico para la asistencia y acompañamiento para víctimas de violencia familiar y/o sexual y asesoramiento del Ministerio de Justicia argentino [9].

**2.2.2. Justificación de las Mecánicas en Relación con el Público Objetivo** Dado que el juego está diseñado para concientizar y prevenir el abuso en un público infantil, las mecánicas han sido diseñadas para maximizar la comprensión y accesibilidad del jugador. El sistema de diálogo facilita la toma de decisiones sin abrumar o confundir, logrando ofrecer de manera simple y entendible las opciones disponibles. La base de datos en la “Cápsula del Tiempo” proporciona un espacio seguro para la reflexión y el análisis, dando lugar a la posibilidad de tomar pausas y organizar ideas. En el contexto de clase, el docente podría volver a la cápsula para hacer preguntas a sus alumnos o debatir lo visto hasta el momento. Finalmente, el guía “Robot 137” reduce la fricción en la experiencia de juego al proporcionar asistencia contextualizada, siendo una figura de apoyo constante al jugador y un canal de comunicación utilizado por los desarrolladores del videojuego para educar y narrar de manera cercana.

### *2.3. Diseño de niveles*

El diseño de niveles en este videojuego busca equilibrar la exploración, la narrativa y, sobre todo, dar herramientas al jugador para la identificación y prevención del ASI. Para ello, se han creado entornos inmersivos con un sistema de exploración en tercera persona, donde los jugadores pueden interactuar con el mundo de manera intuitiva.

Los escenarios están diseñados para destacar zonas de interés sin la necesidad de marcadores invasivos, empleando contrastes de color, iluminación y elementos arquitectónicos que guíen al jugador. Además, el mundo del juego se adapta a la narrativa, modificándose en función de la época histórica representada las cuales incluyen época medieval, revolución francesa y actual.

**2.3.1. Estructura de las Misiones** El juego se compone de diversas misiones que presentan múltiples objetivos para mantener la atención del jugador y evitar la monotonía. Cada misión introduce mecánicas acordes al contexto, lo que permite abordar diferentes aspectos de la prevención del abuso sin repetir estilos jugables.

Siguiendo el marco teórico MDA, y esta vez refiriendo a las dinámicas (patrones de comportamiento que emergen cuando los jugadores interactúan con las mecánicas del juego dentro de su contexto), se diseñaron actividades que llevan al aprendizaje y la práctica de habilidades clave, tales como:

- **Atención al entorno:** Se proponen tareas que requieren atención [10] mientras el jugador mantiene la percepción de lo que sucede a su alrededor.
- **Escucha activa y pensamiento crítico:** Durante ciertos desafíos, el jugador deberá evaluar distintos puntos de vista, algunos incorrectos, inmorales o incluso ilegales, y sostener su propia postura sin ser influenciado por terceros. Acciones que basada en la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget [11] serán capaces de realizar.
- **Rechazo activo:** Se diseñan situaciones donde el jugador debe aprender a reconocer y rechazar propuestas inapropiadas, fortaleciendo su capacidad de expresar una opinión firme sin distorsiones externas.

**2.3.2. Interludios y trasfondo de personaje** Cuando el jugador haya completado el nivel actual y decida ir al siguiente, se encontrará con que, entre nivel y nivel, el personaje pasa por momentos de resiliencia [12] donde enfrenta miedos frecuentes en la vida de los NNyA [13]. Mientras se avanza en la historia, también se conoce más sobre el pasado de nuestro personaje, quien progresivamente recuerda que vivió situaciones similares a las que ayudó a resolver y que debe enfrentarlas, de este modo enfrenta sus propios miedos [14].

**2.3.3. Ambientes Dinámicos y Evolutivos** Los escenarios cambian en función del progreso del jugador y de los eventos de la historia. Este sistema de transformación visual se basa en una barra de progreso simbólica, que refleja cómo las decisiones del jugador impactan el mundo del juego. Inicialmente, los entornos presentan elementos de corrupción visual, representados mediante estilos arquitectónicos desordenados o efectos gráficos que simbolizan situaciones de peligro. Conforme el jugador avanza y toma decisiones acertadas, estos elementos negativos se eliminan progresivamente, restaurando un entorno más armonioso y seguro. Por ejemplo, el primer nivel combina elementos del románico clásico y el gótico, destacando lugares específicos para guiar al jugador. Este contraste refuerza la narrativa visual de corrupción y riesgo en ciertos espacios, ayudando al jugador a identificar entornos hostiles. Se incluyen, además, efectos visuales de distorsión para ayudar a la percepción.

**2.3.4. Herramientas de Desarrollo** El juego está siendo desarrollado en Unity 3D [15], aprovechando la experiencia previa del

equipo con este motor. Se emplean herramientas como Blender [16] para modelar los personajes y estructuras de los niveles.

## **Objetivos**

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

1. Diseñar un videojuego para la promoción de la prevención del Abuso Sexual Infantil.
2. Fortalecer los factores protectores o, reducir los factores de riesgos de los NNyA, ante las situaciones de ASI. Se pretende que los usuarios de los juegos aprendan actitudes para prevenir exponerse a hechos victimizantes.
3. Crear una experiencia de juego inmersiva que enseñe a través de sus mecánicas, narrativa y arte.
4. Realizar pruebas en diferentes estadios del desarrollo del videojuego en ámbitos escolares.
5. Mejorar las mecánicas y el arte según los resultados de las pruebas anteriormente mencionadas.

## **Método y Resultados**

La propuesta se enmarca en un diseño cualitativo, de tipo proyecto de intervención, a partir del cual se espera realizar un aporte a la comunidad brindando herramientas para la prevención de una problemática social. Para esto, se implementará el videojuego en un espacio experimental con alumnos de nivel primario a modo de prueba piloto.

## **Conclusión**

El uso de videojuegos como herramienta de prevención del Abuso Sexual Infantil (ASI) ofrece un enfoque innovador y accesible para la educación y concientización de los NNyA. A través de la interactividad y la gamificación [17], se logra reforzar el aprendizaje de manera efectiva, promoviendo la identificación de situaciones de riesgo y fomentando la toma de decisiones seguras. La investigación realizada demuestra que los videojuegos pueden ser un recurso valioso para complementar estrategias de prevención y generar un impacto positivo en la formación de niños y niñas.



## Formación de Recursos Humanos

El proyecto está dirigido por la Dra. Cecilia Roma e integrado por la Lic. Julieta Otamendi, experta en grooming, y por los estudiantes Berenice Balich, Marcos Buceta, Milena Manghi Y Scheck, y Mateo Baya.

## Bibliografía

- [1] Ministerio de Justicia y Derechos Humanos Argentina. (2021). *No 9. Serie violencia contra niñas, niños y adolescentes: Un análisis de los datos del Programa “Las Víctimas Contra Las Violencias” 2020-2021*. UNICEF y el Programa Las Víctimas Contra Las Violencias.
- [2] Berlinerblau, V. (2017). *Abuso sexual contra niños, niñas y adolescentes*. UNICEF.
- [3] Jaramillo, O., & Castellón, L. (2012). Educación y videojuegos. *Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación*, (117), 11-19.
- [4] Geymonat Vignolo, N. (2014). Videojuegos en seis escuelas de tiempo completo: Puente entre lo sociocultural y lo didáctico pedagógico. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 5(20), 11-19.
- [5] Sánchez Martínez, J. (2018, marzo). *Los videojuegos como herramienta de prevención y tratamiento de enfermedades*
- [6] Vergara Cano, C. (2024, mayo 8). *Bandura y la teoría del aprendizaje social*. <https://www.actualidadenpsicologia.com>
- [7] Fleming, T. M., et al. (2017). Serious games and gamification for mental health: Current status and promising directions. *Frontiers in Psychiatry*, 7, 215.
- [8] Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubeck, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI. <https://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf>
- [9] Ministerio de Justicia de Argentina. (s.f.). Línea 137. <https://www.argentina.gob.ar/justicia/violencia-familiar-sexual>
- [10] Ríos-Lago, M., Adrover-Roig, D., de Noreña Martínez, D., & Rodríguez Sánchez, J. M. (2013). La atención. En *Neurociencia cognitiva* (Capítulo 9). <https://www.researchgate.net/publication/257268510>
- [11] Meece, J. (2000). *Desarrollo del niño y del adolescente: Compendio para educadores*. SEP.
- [12] Buceta, N. C. (2012). *Cómo atravesar las crisis y salir fortalecidos*. Dunker. <https://www.dunker.org/SYS.shop/index.php?id=11624>
- [13] UNFPA. (s.f.). *Guía de intervención frente a abusos sexuales en niños, niñas y adolescentes*. [https://argentina.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/guia\\_de\\_intervencion\\_frente\\_a\\_abusos\\_sexuales\\_en\\_ninos\\_ninas\\_y\\_adolescentes.pdf](https://argentina.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/guia_de_intervencion_frente_a_abusos_sexuales_en_ninos_ninas_y_adolescentes.pdf)
- [14] Cuesta, C., Cossini, F. C., & Politi, D. G. (2021). Las bases neurales de

la amnesia disociativa (AD): Una revisión sistemática de la bibliografía. *Vertex*, 32(152), 11-16. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/164492>

[15] Unity Technologies. (s.f.). *Unity game engine*. <https://unity.com/>

[16] Blender Foundation. (s.f.). *Blender*. <https://www.blender.org/>

[17] Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.

# Revisión de instrumentos para valorar la calidad de objetos de aprendizaje desde el enfoque de los estudiantes<sup>1</sup>

*Nevelin Irene Salazar<sup>2</sup> y Elena Beatriz Durán<sup>3</sup>*

## Resumen

Esta investigación revisa y analiza instrumentos para evaluar la calidad de objetos de aprendizaje (OA) desde la perspectiva estudiantil, considerando dimensiones pedagógicas, técnica, de accesibilidad, usabilidad y afectiva. A partir del análisis de diez instrumentos, se identificaron sus principales subdimensiones, destacando la insuficiente cobertura de la dimensión afectiva. Los resultados evidencian la necesidad de evaluar más a fondo el impacto emocional de los OA para potenciar la motivación y el compromiso estudiantil. Además, solo el 40% de los instrumentos relevados han realizado estudios formales sobre confiabilidad y validez, lo que subraya la importancia de más investigaciones para fortalecer la credibilidad y efectividad de los instrumentos. Ampliar estos estudios contribuiría en la evaluación de calidad de los OA, con miras a potenciar la motivación, el compromiso y la posibilidad de generar un impacto positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras clave:** Objetos de Aprendizaje, Calidad de objetos de Aprendizaje, Instrumentos de Evaluación, Dimensión Afectiva.

## 1. Introducción

La incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación universitaria ha transformado las estrategias de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, los Objetos de Aprendizaje (OA) han emergido como recursos clave para el diseño de experiencias educativas interactivas y accesibles. Si bien no existe

---

1. Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información (IIISI) Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Avda. Belgrano (S) 1912, 4200 Santiago del Estero, Argentina.

2. nsalazar@unse.edu.ar

3. eduran@unse.edu.ar

una definición única de OA, Wiley (2002) los describe como “cualquier recurso digital que se puede utilizar como apoyo para el aprendizaje”, mientras que Chan et al. (2006) los consideran entidades digitales diseñadas para generar conocimiento, habilidades y actitudes en función de las necesidades del usuario.

La calidad de los OA es un aspecto fundamental para su efectividad educativa. Para ello, se han definido criterios de evaluación como la validez (alineación con los objetivos educativos), usabilidad (facilidad de uso), adaptabilidad (personalización del contenido) e interoperabilidad (integración en distintas plataformas). La usabilidad pedagógica, entendida como la facilidad de aprendizaje, eficiencia y satisfacción en el uso del recurso (Massa, 2012), es un atributo central en esta evaluación.

Tradicionalmente, la calidad de los OA ha sido analizada desde la perspectiva de diseñadores instruccionales, pedagogos y docentes. Sin embargo, considerar la percepción de los estudiantes es clave, ya que su experiencia influye en la motivación, comprensión y desempeño académico. Evaluar la calidad de los OA desde su perspectiva permite identificar fortalezas y áreas de mejora que pueden no ser evidentes en evaluaciones técnicas. Factores como interactividad, accesibilidad y pertinencia del contenido impactan directamente en su aceptación y efectividad (Toll Palma et al., 2011; Álvarez González et al., 2014).

Si bien existen diversos instrumentos para evaluar la calidad de los OA, muchos no han sido diseñados específicamente para capturar la percepción estudiantil, lo que limita su aplicabilidad. Esta investigación se centra en la revisión de instrumentos que cumplan con dos criterios: (1) evidencia de aplicación en contextos reales, garantizando validez y efectividad, y (2) enfoque en los usuarios finales para evaluar aspectos clave como usabilidad, adaptabilidad e interoperabilidad. Aquellos instrumentos que no cumplían con estos criterios fueron excluidos para asegurar un análisis basado en evidencia sólida y actualizada.

El objetivo de este estudio es examinar los instrumentos existentes para evaluar la calidad de los OA desde la perspectiva estudiantil, identificando su validez y confiabilidad, y analizando si incluyen el significado afectivo en su evaluación.

La siguiente sección describe el marco metodológico adoptado, seguido del análisis de los trabajos relevados y un estudio detallado de las dimensiones evaluadas en los instrumentos identificados. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. Marco Metodológico

Para desarrollar este estudio, se estableció como campo de análisis trabajos sobre la calidad de los OA en el período 2010-2024. La selección de fuentes de información incluyó artículos de revistas digitales, actas de congresos, tesis académicas, libros, portales bibliográficos. Los artículos se obtuvieron de bases de datos ampliamente utilizadas, a saber, IEEEExplore, ACM, Science Direct, Springer y Google Académico.

Las búsquedas se realizaron utilizando diferentes criterios. Posteriormente, se llevó a cabo la depuración de los resultados obtenidos. Para ello, tras la lectura de los resúmenes y conclusiones, se clasificaron los documentos en dos categorías: Posibles (publicaciones relevantes para el tema de estudio) y Descartados (falsos positivos). La primera categoría incluyó exclusivamente aquellos trabajos centrados en instrumentos, indicadores y criterios de calidad de OA.

Finalmente, se realizó una lectura detallada de los documentos clasificados como Posibles. Durante esta fase, se prestó especial atención en aquellos aspectos que requerían un análisis más profundo, así como a referencias bibliográficas que pudieran aportar información adicional sobre otros instrumentos de evaluación de calidad de OA desde el enfoque de los estudiantes. Como el caso del instrumento presentado por Kay y Knaack, (2009), ya que no está dentro del periodo de análisis establecido, pero cumple con los criterios de inclusión y por esta razón se decidió incluirlo para su análisis. Luego, este proceso permitió enriquecer la exploración y fundamentar el análisis de los resultados.

## 3. Revisión Documental

En esta sección se presentan los 10 instrumentos de evaluación de calidad de OA seleccionados; considerando el enfoque de los estudiantes. Los mismos se obtuvieron como resultado del marco metodológico descrito en la sección anterior y por cumplir los criterios de inclusión establecidos.

Kay y Knaack, (2009). Inicialmente los autores propusieron LOEM (Learning Object Evaluation Metric) un modelo de tres componentes que evalúa OA para la escuela media: LOEM propiamente dicho (Kay y Knaack, 2008), LOES-T (Learning Object Evaluation Scale for Teachers) (Kay et al., 2009) y LOES-S (Learning Object Evaluation Scale for Students) (Kay y Knaack, 2009). En este trabajo LOES-S (Learning

Object Evaluation Scale for Students) es el de relevancia por los fines de la investigación. Este instrumento evalúa 14 ítems de usabilidad pedagógica por parte del alumno. Mediante análisis estadístico formal los autores han demostrado confiabilidad del modelo (interna y entre evaluadores) y validez de constructo, de convergencia entre LOES-S y LOEM, de convergencia entre LOES-T y LOEM, y validez predictiva de los resultados de aprendizaje. El objetivo del instrumento LOES-S es evaluar la calidad pedagógica de los OA desde el punto de vista de los alumnos, y evalúa tres dimensiones: 1- Constructo de Aprendizaje, 2-Constructo de Calidad del OA y 3-Constructo de Compromiso con el objeto de aprendizaje.

Massa, (2012). La autora presenta dos instrumentos, por un lado, GEHOA (Guía de

Evaluación Heurística de OA) desde el enfoque de expertos. Por otro lado, CUSEOA (Cuestionario de Satisfacción de Estudiantes de un OA) como propuesta de evaluación desde la perspectiva de los usuarios finales. El objetivo de CUSEOA es conocer si el OA ha sido adecuado como unidad de enseñanza, es decir, valorar su calidad desde el punto de vista de los estudiantes. El instrumento abarca dos dimensiones: técnica y pedagógica. Esta dimensión comprende aspectos relativos al diseño de la interfaz y la estructura y navegación. Las categorías y criterios que componen la dimensión pedagógica fueron definidas a partir de los atributos de usabilidad pedagógica y comprende dos subdimensiones Significatividad lógica y Significatividad psicológica. Además de estas dos grandes dimensiones, consta de una parte denominada Reacción Global donde los estudiantes podrán evocar las emociones o los sentimientos que le provoca la interacción con el OA a través del diferencial semántico. CUSEOA evalúa 13 heurísticas desde el perfil alumno. Finalmente, el análisis del instrumento revela la ausencia de validez y confiabilidad en sus mediciones

Fernández-Pampillón et al., (2012) Se presenta la herramienta COdA (Calidad de Objetos de Aprendizaje) diseñada para evaluar la calidad de los OA en entornos universitarios. Su objetivo principal es guiar a autores y revisores en la creación y mejora de los OA, asegurando que cumplan con estándares de calidad tanto didácticos como tecnológicos. Organiza 10 criterios en dos grupos: Criterios didácticos y Criterios tecnológicos. El instrumento analizado no demuestra evidencia de validez ni de confiabilidad en sus resultados. Velázquez et al (2014) En este artículo se presenta un estudio de la satisfacción obtenida con el uso de OA. Se presenta un proceso para determinar la satisfacción obtenida con el uso de objetos de aprendizaje y se propone

un instrumento para determinar la satisfacción esperada con el uso de los OA y el instrumento para determinar la satisfacción obtenida con el uso de los OA; estos son necesarios para determinar la satisfacción con el uso de objetos de aprendizaje. Entre los resultados obtenidos se destaca que los máximos valores de satisfacción se encontraron en las preguntas relacionadas a los aspectos tecnológicos, entre los que se encuentra la usabilidad, esto puede ser un indicador de que los creadores de OA han prestado una mayor atención a estos factores, por lo que el desarrollo de OA parece tener resuelto en mayor medida los aspectos tecnológicos, mientras que otros aspectos relacionados a la calidad del servicio (como el proporcionar retroalimentación, soporte pedagógico y soporte técnico) en muchas ocasiones son pasados por alto. El instrumento propuesto por los autores no demuestra evidencia de validez ni de confiabilidad en sus resultados.

Marzal et al (2015) explora el uso de los OA como herramientas clave para fortalecer la alfabetización informacional en programas de posgrado. Los autores destacan el papel de los OA en la formación de competencias para la búsqueda, evaluación y uso ético de la información en contextos de aprendizaje basado en competencias. Una de las principales aportaciones del estudio es el diseño de un instrumento de evaluación para analizar la calidad y efectividad de los OA en el contexto de la alfabetización informacional. Este instrumento se basa en categorías específicas que permiten una valoración integral de los recursos educativos. Las categorías incluyen: Accesibilidad, Durabilidad, Diseño instructivo, Interactividad, Usabilidad y Autoridad.

El instrumento no solo permite medir la efectividad de los OA en términos educativos, sino también proporcionar directrices para su mejora continua, fomentando su uso como recursos clave en entornos de educación superior. En conclusión, el artículo resalta cómo los OA, evaluados bajo criterios rigurosos, pueden contribuir significativamente al desarrollo de competencias informacionales en programas de posgrado. Sin embargo, los resultados obtenidos con el instrumento no evidencian análisis de validez y confiabilidad.

Afanador Castañeda, H.A. y Pineda Amórtegui, C.M. (2016) El artículo hace referencia a la aplicación y evaluación de un OA para la enseñanza – aprendizaje de los conceptos de célula y reproducción celular con estudiantes de octavo y noveno grado en dos instituciones educativas de Colombia. El diseño metodológico de enfoque cualitativo y descriptivo involucró el modelo instrumental para evaluar con diferentes instrumentos (entrevistas de ítems de escala) el OA, en los aspectos de efectividad del aprendizaje, la satisfacción y la cali-

dad del contenido del OA, que determinan que sea una herramienta didáctica de calidad. Dentro de los resultados encontrados sobresalen tendencias favorables en cuanto a la innovación, estrategia de aprendizaje, navegabilidad y medios, así como interacción tecno-social y uso y apropiación. En cuanto a los datos en los ítems evaluados con tendencia no satisfactoria indican que el OA debe rediseñarse o reestructurarse, especialmente, en los componentes de imágenes y videos, para que pueda adaptarse a las características y necesidades de esta población. Los instrumentos analizados demuestran validez y confiabilidad, respaldadas por un alfa de Cronbach satisfactorio.

Cabero-Almenara et al, (2017), realizan un estudio en Sevilla España con la finalidad de conocer las valoraciones que los estudiantes podían hacer sobre OA en Realidad Aumentada. Para ello emplearon la “evaluación por y desde los usuarios” que es una estrategia para evaluar las tecnologías de la información y la comunicación que es la que realizan directamente los usuarios destinatarios de las mismas. La investigación se llevó a cabo con estudiantes que cursaban las asignaturas de “Tecnología Educativa” y “TIC aplicadas a la educación”. Para conocer las valoraciones de los estudiantes, se diseñó un cuestionario “ad hoc” con construcción tipo Likert que perseguía recoger información sobre tres dimensiones: aspectos técnicos y estéticos del objeto producido en RA, facilidad de utilización, y guía elaborada para facilitar la comprensión del funcionamiento del OA por los estudiantes. Las valoraciones positivas realizadas por parte de los estudiantes, entre otras, permitieron señalar que estos recursos pueden ser válidos para su incorporación en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se evidencia un índice de fiabilidad del instrumento mediante un alfa de Cronbach para la globalidad del instrumento y para cada una de las dimensiones.

Fernández-Pampillón, (2017) Norma UNE 71362 (AENOR, 2020) La norma proporciona un modelo de base para definir y evaluar, cuantitativa y cualitativamente, la calidad de los materiales educativos digitales. Para ello, incluye 15 criterios que permiten medir la eficacia didáctica del material, la eficacia tecnológica y la eficacia respecto a la accesibilidad. Cada criterio tiene una serie de ítems puntuables numéricamente. También prevé valoración cualitativa y provee una rúbrica para expertos, una adaptación para el perfil docente y una para el perfil alumno.

El objetivo de la norma es guiar a los productores en la creación de los materiales educativos digitales, a los usuarios en su selección y a los evaluadores en su valoración. La eficacia didáctica, se refiere a que



el material realmente ayude o facilite la enseñanza a los profesores y el aprendizaje a los alumnos. La eficacia tecnológica, por su parte, se refiere a que los valores de usabilidad, perdurabilidad, robustez frente a fallos o errores, portabilidad e interoperabilidad del material son también razonablemente buenos. De esta forma, por un lado, se asegura que para el usuario su utilización será sencilla, fiable y transparente respecto a la tecnología que subyace. Y, por otro lado, se pueden rentabilizar los costes de creación de materiales educativos digitales ampliando el tiempo y posibilidades de uso (y reuso). Finalmente, la eficacia de la accesibilidad se refiere a la facilidad con la que cualquier persona, con o sin discapacidades, puede acceder y utilizar el material educativo digital. La aplicación de la norma garantiza la validez y confiabilidad de los materiales educativos digitales valorados

Tabares et al., (2017). Presentan un Modelo por capas, donde cada capa corresponde a un perfil de evaluador e involucra métricas que valoran alguna de las siguientes dimensiones de calidad: Educativa; Contenido; Estética; Funcional; Metadatos; Contextual. Las métricas de la capa de Gestión se calculan a partir de metadatos del OA y datos del repositorio; las de la capa Revisión de expertos se calculan a partir de la calificación de ítems ponderados según el nivel de experticia del evaluador. Las métricas de la capa Percepción de usuarios se calculan a partir de la calificación que da el usuario. Además, se calcula un índice integrador de todas las métricas de cada capa. El modelo se validó por comparación de los índices de cada capa y por comparación entre capas de las métricas correspondientes a cada dimensión. No se evidencian resultados de confiabilidad.

Alonso et al, (2019): Proponen una evaluación de la calidad de los OA, donde el criterio o indicadores se basan en las dimensiones pedagógicas de Reeves y en la taxonomía de Bloom centrada en la era digital (Churches, 2007). El objetivo de este trabajo es evaluar la calidad de los OA en el cumplimiento del objetivo de aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Para ello, se analiza el resultado producto de la aplicación de dos instrumentos de evaluación desde la perspectiva del alumno y del docente respectivamente. Sin perder de vista el aspecto tecnológico de la evaluación de recursos, este trabajo profundizó más en los aspectos pedagógicos, especialmente en los relacionados con el impacto del recurso en el aprendizaje del alumno. Por tanto, la definición de los aspectos del usuario se realizó a partir de las dimensiones pedagógicas de Reeves (Reeves et al, 2003) y aborda la opinión de sus principales usuarios: alumno y docente. Se aplicó una encuesta docente con una pregunta dirigida a clasificar el OA

según su objetivo educativo, en base a las habilidades de pensamiento; recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear, definido por la taxonomía de Bloom. Barba Maggi et al (2021) los autores diseñaron un OA en base a la metodología DICREVOA 2.0, con aplicaciones para Android (OA-app). El objetivo fue analizar el nivel de satisfacción con tecnología Android, para el aprendizaje significativo de Bioquímica, en la temática de Hemoglobina y Mioglobina, en los estudiantes de los primeros semestres de la carrera de Medicina de la UNACH. Se trabajó con dos grupos experimentales en dos cohortes distintas, a quienes se les aplicó un cuestionario para conocer el nivel de conocimiento de OA-app y otro para determinar la satisfacción después del uso de OA-app, se analizaron los resultados con la herramienta Excel, evidenciándose que la satisfacción estudiantil después del uso de los Objetos de aprendizaje – app con tecnología Android supera el 90 % de acuerdo y muy de acuerdo, en la escala valorativa más alta.

Finalmente, los instrumentos analizados de los dos últimos autores no evidencian validez ni confiabilidad en sus resultados.

### **3. Análisis de los Instrumentos de Evaluación de Calidad de OA**

Antes de profundizar esta sección se presentan unos conceptos necesarios para entender el análisis de resultados realizado. Robert K. Yin (2018), en su libro *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, menciona la importancia de establecer criterios claros y dimensiones bien definidas para garantizar la validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación. Otro referente clave en el área de la investigación es John W. Creswell (2018) quien en su libro *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, destaca la necesidad de desarrollar constructos medibles en instrumentos de recolección de datos mediante dimensiones, subdimensiones e ítems de evaluación. Estos autores sostienen que, en el diseño de un instrumento de recolección de datos, como encuestas, cuestionarios o rúbricas, es fundamental estructurar la información en niveles jerárquicos para asegurar una medición válida y confiable. En este contexto, resulta necesario aclarar los conceptos que serán motivo de análisis en esta sección:

- Dimensiones/Criterios: Son las grandes áreas o constructos que se desean medir en el instrumento. Representan las categorías principales del fenómeno estudiado y suelen derivarse de la teo-

ría o del marco conceptual de la investigación. Un ejemplo podría ser: En la evaluación de la calidad de una aplicación móvil, una dimensión podría ser “Usabilidad”.

- **Subdimensiones/Subcriterios:** Son desgloses más específicos dentro de cada dimensión, que permiten una evaluación más detallada de los aspectos clave del constructo. No siempre son necesarias, pero pueden mejorar la precisión del análisis. Por ejemplo, dentro de la dimensión “Usabilidad”, se pueden definir subdimensiones como “Facilidad de uso”, “Eficiencia” y “Satisfacción del usuario”.
- **Ítems de evaluación:** Son las preguntas, afirmaciones o indicadores específicos que permiten medir cada subdimensión o dimensión. Deben ser formulados de manera clara y precisa para garantizar respuestas válidas. Por ejemplo: Un ítem dentro de la subdimensión “Facilidad de uso” podría ser “¿La interfaz de la aplicación es intuitiva y fácil de navegar?”, con opciones de respuesta en escala Likert.

A partir de los conceptos presentados anteriormente, se han identificado y agrupado las diferentes subdimensiones evaluativas que se incluyen en los instrumentos relevados en categorías más generales, considerando las subdimensiones en común y/o términos afines definidos en esta jerarquía para establecer dimensiones integradoras que permitan una visión más estructurada. Como resultado de esta agrupación, se ha logrado determinar en qué instrumentos se encuentran presentes estas dimensiones más generales, facilitando una comparación sistemática entre ellos. Luego, este análisis permite identificar si la dimensión del significado afectivo, entendida como la percepción emocional y motivacional del usuario frente al objeto de aprendizaje, está contemplada dentro de los instrumentos relevados, contribuyendo así a una evaluación más holística de la experiencia de aprendizaje. Entendiendo la “evaluación holística de la experiencia de aprendizaje”, como una valoración integral que no solo considere aspectos técnicos y pedagógicos de los OA (como usabilidad, accesibilidad, o alineación con objetivos educativos), sino que también incorpore dimensiones emocionales y motivacionales, como el significado afectivo. Los instrumentos de Velázquez et al (2014) y Barba Maggi et al (2021) no presentan una estructura jerárquica entre dimensiones y sub dimensiones por lo que quedan fuera del análisis que se muestra en la tabla 1.

La tabla 1 presenta las sub dimensiones organizadas en **dimensiones temáticas** más amplias y los instrumentos que las incluyen.

**Tabla 1 –Subdimensiones agrupadas en Dimensiones Genéricas**

<b>Dimensión</b>	<b>Subdimensiones</b>	<b>Instrumentos que las contienen</b>
Pedagógica / Didácticas	Aprendizaje, Compromiso con el OA, Motivación, Conocimientos previos, Innovación y autonomía, Objetivos, Contenidos, Actividades, Coherencia didáctica, Calidad de los contenidos, Capacidad de generar reflexión, crítica e innovación, Interactividad y adaptabilidad, Motivación, Capacidad para generar aprendizaje, Interactividad, Efectividad, Diseño instructivo, Medios, Información, Estrategia de aprendizaje, Desarrollo social, Regulación, Desarrollo cognitivo, Uso y apropiación, Simulación, Aprendizaje desde la interacción, Aprendizaje desde la evaluación, Epistemológica, Filosofía pedagógica.	LOES-S, CUSEOA, COdA, Norma UNE 71362 Modelo por capas, Marzal et al (2015), Afanador Castañeda, H.A. y Pineda Amórtegui, C.M. (2016), Alonso et al, (2019)
Técnica	Reusabilidad, Conectividad, Adaptabilidad, Formato y diseño, Portabilidad, Robustez, estabilidad técnica, Durabilidad, Interactividad, Aspectos técnicos y estéticos.	COdA, Norma UNE 71362, Modelo por capas, Marzal et al (2015), Cabero-Almenara et al, (2017)
Afectivo	Reacción Global, Agrado en Interacción tecno-social, Agrado de los Recursos Comunicativos, Intencionalidad en el aprendizaje, Orientación al logro o al éxito, Uso y Apropiación.	CUSEOA, Afanador Castañeda y Pineda Amórtegui (2016)
Accesibilidad	Navegación visible, Accesibilidad, Interoperabilidad, Navegación, Operabilidad, Accesibilidad del contenido audiovisual, Accesibilidad del contenido textual, Adecuación a las diferencias individuales.	COdA, Norma UNE 71362, Marzal et al (2015), Afanador Castañeda, H.A. y Pineda Amórtegui, C.M. (2016), Alonso et al, (2019)
Usabilidad	Calidad del OA, Lenguaje de los Usuarios, Diseño Visual, Diseño estético y minimalista, Visibilidad del estado del sistema, Reconocimiento más que memoria, Navegación visible, Usabilidad, Disponibilidad, Facilidad de Uso, Uso y apropiación del OVA, Facilidad de utilización, Medios.	LOES-S, CUSEOA, COdA, Norma UNE 71362, Modelo por capas, Marzal et al (2015), Afanador Castañeda y Pineda Amórtegui (2016)
Otras dimensiones	Precisión, Relevancia, Autoridad, Filosofía Subyacente, Valor de la experiencia, Valor de error.	Modelo por capas, Marzal et al (2015), Alonso et al (2019)

A partir de la tabla 1, se identifican seis dimensiones generales que agrupan las subdimensiones evaluadas en los instrumentos de calidad de OA desde el enfoque del estudiante. A continuación, se amplía el análisis para cada una de ellas, destacando las subdimensiones más relevantes:

- **Dimensión pedagógica/didáctica:** abarca subdimensiones para evaluar la capacidad del OA para generar aprendizaje, promover la reflexión, el pensamiento crítico y la innovación. Incluye la motivación y el compromiso del estudiante, la adecuación a conocimientos previos y la coherencia didáctica de los contenidos, objetivos y actividades. Esta dimensión es evaluada en el 100% de los instrumentos analizados, lo que evidencia su papel clave en la enseñanza y el aprendizaje significativo. Además, se observa una notable variabilidad en los aspectos evaluados, reflejando distintos enfoques para analizar cómo los OA facilitan la construcción del conocimiento y el desarrollo de habilidades críticas.

- **Dimensión Técnica:** considera subdimensiones tales como la robustez, estabilidad, portabilidad y reusabilidad del OA, garantizando su correcto funcionamiento y compatibilidad con diferentes entornos. También se evalúan la adaptabilidad a diversos dispositivos, la durabilidad y la interactividad para fomentar la participación del usuario. El 62,5% de los instrumentos analizados evalúan esta dimensión, identificando 10 subcriterios. La evaluación técnica abarca aspectos estructurales y estéticos, asegurando estándares adecuados de presentación y usabilidad para mejorar la experiencia del usuario.

- **Dimensión Afectiva:** analiza subdimensiones tales como la reacción emocional del estudiante ante el OA, la interacción con los recursos comunicativos y su apropiación en el proceso de aprendizaje. Se consideran la experiencia global, el agrado en la interacción y la intencionalidad en el aprendizaje. El 25% de los instrumentos considera al menos un subcriterio para evaluar esta dimensión. Se observa que la cobertura del “significado afectivo” es parcial. Es decir, las subdimensiones identificadas no engloban todos los elementos que podrían influir en la dimensión afectiva, ya que esta aporta un enfoque centrado en el estudiante, considerando sus emociones, percepciones y actitudes. La dimensión afectiva facilita la identificación de áreas de mejora en el diseño y la implementación de recursos educativos, asegurando que estos sean atractivos, motivadores y capaces de generar un impacto positivo en el proceso de aprendizaje. Una evaluación más completa del significado afectivo podría identificar áreas de mejora en el diseño

de los OA, asegurando que estos generen no solo interés cognitivo sino también una conexión emocional que potencie el aprendizaje significativo.

- **Dimensión de Accesibilidad:** evalúa las subdimensiones de accesibilidad del contenido audiovisual y textual, asegurando su comprensión mediante subtítulos, transcripciones y formatos alternativos. También se analizan la navegación, operabilidad y adaptabilidad a diversas necesidades. El 62,5% de instrumentos analizados evalúa esta dimensión. Además, se identificaron 8 subcriterios entre todos los instrumentos para evaluar esta dimensión. La accesibilidad es fundamental para garantizar que todos los estudiantes puedan beneficiarse del OA, independientemente de sus capacidades o contextos tecnológicos, asegurando interfaces amigables y contenidos usables para una audiencia diversa.

- **Dimensión de Usabilidad:** mide la claridad del lenguaje, el diseño estético, la facilidad de uso y navegación, y la integración del OA en el aprendizaje. Se incluyen el formato visual, la coherencia del diseño y la facilidad de interacción. Un 87,5% de instrumentos analizados evalúa esta dimensión, con 13 subcriterios identificados entre todos los instrumentos. Un OA altamente usable mejora la experiencia del usuario, reduce barreras cognitivas y tecnológicas, y fomenta una interacción fluida y efectiva con el contenido educativo.

- **Otras Dimensiones:** incluyen la precisión de los metadatos en la descripción del contenido, la relevancia respecto a los objetivos educativos y la fundamentación teórica del OA. También se analiza el valor experiencial, considerando el aprendizaje basado en la práctica y la experimentación con el error.

El 37,5% de los instrumentos evalúan estos aspectos, identificando 6 subcriterios. Estas dimensiones complementan la evaluación técnica, pedagógica, de accesibilidad y usabilidad, asegurando que los OA sean relevantes, confiables y alineados con bases teóricas sólidas.

Por otra parte, sólo el 40% de la totalidad de instrumentos han realizado estudios estadísticos formales para demostrar confiabilidad y validez. Esto son LOES-S, Norma UNE 71362, Afanador Castañeda, H.A. y Pineda Amórtégui, C.M. (2016) y Cabero-Almenara et al (2017). El resto carece de tales investigaciones o son incompletas, lo que resalta la necesidad de una mayor investigación en instrumentos para evaluar la calidad de los OA desde la perspectiva de los estudiantes, para fortalecer la credibilidad y efectividad de los recursos en el tiempo.

## Conclusiones

El análisis ha permitido establecer un marco multidimensional que integra aspectos pedagógicos, técnicos, de accesibilidad, usabilidad y otros elementos críticos como precisión, relevancia y valor experiencial en la evaluación de OA. Se identificó que, aunque los instrumentos analizados aportan significativamente en criterios técnicos y pedagógicos, la dimensión afectiva –clave para captar la respuesta emocional y motivacional del estudiante– sigue poco desarrollada.

Esta síntesis, se puede afirmar que el instrumento de la norma UNE 71362 garantiza la validez y confiabilidad y, además, verifica el cumplimiento de casi todas las dimensiones que cubren los aspectos de calidad en la evaluación de OA, a excepción de la dimensión afectiva lo que representa un área de mejora. Los instrumentos COdA y de Marzal et al. (2015) valoran las dimensiones Pedagógica/Didáctica,

Técnica, de Accesibilidad y de Usabilidad, con potencial para incorporar la afectiva y demostrar su validez y confiabilidad. Finalmente, el resto de instrumentos cubren parcialmente las dimensiones que evalúan la calidad de los OA desde las perspectivas de los estudiantes. LOES-S evalúa sólo 2 dimensiones: Pedagógica/Didáctica y de Usabilidad, CUSEOA evalúa 3 dimensiones: Pedagógica/Didáctica, Afectiva y de Usabilidad; Cabero-Almenara et al (2017) evalúa 2 dimensiones: Pedagógica/Didáctica y Técnica; Modelo por capas de Tabares et al. (2017) valora 3 dimensiones: Pedagógica/Didáctica, Técnica, de Usabilidad y Otras; Alonso et al. (2019) valora 3 dimensiones: Pedagógica/Didáctica, de Accesibilidad y otras.

Esta síntesis ofrece una visión global y detallada de las dimensiones y subdimensiones que se priorizan en la evaluación de la calidad de los OA desde el enfoque de los estudiantes. Finalmente, se puede decir que la evaluación de la calidad de los OA debe ir más allá de la verificación de criterios técnicos y pedagógicos, de usabilidad y de accesibilidad, incorporando una perspectiva que incluya la experiencia afectiva del estudiante.

## Bibliografía

- AENOR – Agencia Española de Normalización. (2020). UNE 71362:2020 – Calidad de los materiales educativos digitales.
- Álvarez González, L; Carballo Barrera, Y.; Collazos Ordoñez, C.; Echenagusía, J.; Gutiérrez Hernández, R.; Hernández Bieliukas, Y.; Hernández Saldívar, F.; Muñoz Arteaga, J.; Solano Alegría, A. y Velázquez Amador, C. (2014). Objetos de Aprendizaje de Contenidos Abiertos Accesibles: Del



- Diseño a la Reutilización. 1a ed. - Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn).
- Alonso, M.A., Martínez V., Castillo I., Muñoz Y. (2019) Learning Objects Evaluation from User's Perspective. In: Rocha Á., Ferrás C., Paredes M. (eds) Information Technology and Systems. ICITS 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 918. Springer, Cham. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7\\_75](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11890-7_75)
- Afanador Castañeda, H.A. y Pineda Amortegui, C.M. (2016). Evaluación del OVA "Concepto de célula y reproducción celular". Revista Horizontes Pedagógicos Vol. 18(1) 8-25.
- Barba Maggi, M.A, De la Calle Andrade, L.J., Ramos Campi, Y.C., Calderón Barba, E.V. y Fernández Villacrés, G.E. y Aguilar Marcillo, D.C. (2021). Satisfacción estudiantil con el uso de objetos de aprendizaje - App en Bioquímica en la carrera de medicina de la Universidad Nacional de Chimborazo (Unach). Revista Boletín REDIPE Nro10 (Vol 12): pp 512-527- ISSN 2256 – 1536
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C. y Gutiérrez-Catillo, J.J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad Aumentada. Revista de Educación a Distancia, 53(4), 1-17. Disponible en [http://www.um.es/ead/red/53/cabero\\_et\\_al.pdf](http://www.um.es/ead/red/53/cabero_et_al.pdf)
- Chan, M.E.; Galeana, L. y Ramírez, M.S. "Objetos de Aprendizaje e Innovación Educativa". Ed. Trillas. México. 2006.
- Fernández-Pampillón, A. (2017). UNE 71362: calidad de los materiales educativos digitales. Revista AENOR, (329)
- Fernández-Pampillón, A., Domínguez, E., & Armas, I. (2012). Herramienta para la revisión de la Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios (COdA): guía del usuario v.1.1. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/12533/>
- Garibay Suárez, A. (2008) Usabilidad y Accesibilidad para la difusión efectiva de contenidos. Diseño e implementación de tecnologías: podcast, videostreaming y qtvr en sitios web administrativos del sector educativo. Tesis de Especialización. Universidad Autónoma Metropolitana Plantel Azcapotzalco. ISO – International Organization for Standardization. (2018). ISO 9241-11:2018: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: definitions and concepts. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Kay, R., y Knaack, L. (2008). A multi- component model for assessing learning objects: The learning object evaluation metric (LOEM). Australasian Journal of Educational Technology, 24(5), 574-591.
- Kay, R., Knaack, L., & Petrarca, D. (2009). Exploring Teachers Perceptions of Web-Based Learning Tools. Interdisciplinary Journal of E- Learning and Learning Objects, 5, 27-50.
- Kay, R., y Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). Education Tech Research Dev, 57,147-168. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- Massa, S. (2012). Objetos de aprendizaje: metodología de desarrollo y eva-



- luación de la calidad. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26207>
- Marzal, M.A., Calzada Prado, J., y Ruvalcaba Burgoa, E. (2015). Objetos de aprendizaje como recursos educativos en programas de alfabetización en información para una educación superior de posgrado competencial. *Investigación bibliotecológica*, 29(66), 139-168.
- Nielsen, J. (1993). *Ingeniería de Usabilidad*. Morgan Kaufmann.
- Tabares, V., Duque, N., & Ovalle, D. (2017). Modelo por capas para evaluación de la calidad de Objetos de Aprendizaje en repositorios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 33-50. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.112>
- Toll Palma, Y.; Ruiz Ortiz, L.; Trujillo Casañola, Y. y Ril Gil, Y. (2011). La Calidad de los Objetos de Aprendizaje producidos en la Universidad de las Ciencias Informáticas. *Eduotec-E Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. Nro 36
- Velázquez, C., Álvarez, F., Muñoz, J., Cardona, P., Silva, A., Hernández, Y., Cechinel, C. (2014). Un Estudio de la Satisfacción Obtenida con el Uso de Objetos de Aprendizaje. IX Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje y Tecnologías para el Aprendizaje (LACLO2014), Manizales, Colombia, pp. 248–256.
- Wiley, D. A. (2002) *The Instructional Use of Learning Objects*. Agency for Instructional Technology.

# Actividad lúdica para el abordaje interdisciplinario de movimientos unidimensionales con sensores Pasco y GeoGebra

*Ana Legaspi,<sup>1</sup> Gustavo Montero<sup>2</sup>*

## Resumen

La propuesta surge de la reflexión conjunta entre docentes de Ciencias Básicas de las materias de Análisis Matemático I y Física I, de la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, con la intención de generar una actividad transversal para el estudio de Movimiento Unidimensional de partículas, que pueda ser trabajada y retomada desde las dos disciplinas con diversos enfoques. Consideramos muy importante que los estudiantes puedan reconocer una línea de continuidad entre las materias de ciencias básicas pudiendo integrar conceptos y poner en juego diferentes aspectos para el abordaje de un tema en común.

El dispositivo elegido para llevar a cabo esta propuesta es una actividad lúdica que cuenta con tres instancias en las que se podrán abordar diferentes contenidos en cada una de las materias señaladas. Para desarrollar la actividad usaremos GeoGebra[1] para la elaboración de gráficos y el análisis de funciones; y estudiaremos el movimiento de una serie de cuerpos utilizando la interfaz Pasco[2] que cuenta con sensores que registran el movimiento y permiten, a través del software asociado Pasco Capstone, obtener las gráficas de la posición y la velocidad en tiempo real.

**Palabras Clave:** Movimiento rectilíneo, interdisciplina, juego, análisis matemático, física.

## 1. Fundamentación

Los movimientos unidimensionales se presentan en la materia Análisis Matemático I (AMI) como una aplicación física del concepto de derivada, estudiando la función de velocidad en función del tiempo

---

1. [alegaspi@undav.edu.ar](mailto:alegaspi@undav.edu.ar) (UNDAV).

2. [gmontero@undav.edu.ar](mailto:gmontero@undav.edu.ar) (UNDAV).

como la variación instantánea de la posición. Se analizan las relaciones que hay entre las funciones de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y se le da sentido a la fórmula que describe el movimiento que es unidimensional y rectilíneo, pero no necesariamente está representado por una fórmula lineal. Este tema luego es abordado en la materia Física I con el foco puesto en la experiencia concreta del movimiento de un cuerpo, en el cual las funciones de posición y velocidad son indisociables. En esta materia se realizan varias actividades experimentales con equipamiento Pasco, el cual cuenta con diferentes sensores (de movimiento, de fuerza, de temperatura, entre otros), y su interfaz asociada que permite visualizar los datos medidos a través del software. La actividad lúdica que proponemos parte de una ya existente denominada “Dibujando Movimientos” cuyo objetivo es que los estudiantes puedan experimentar cómo se generan una serie de funciones dadas a partir de la manipulación y registro del movimiento de ellos mismos caminando por el aula al ser captados por un sensor de movimiento. En la propuesta actual, tomamos esta actividad y creamos una serie de instancias diferentes para ampliar el abordaje y que pueda trabajarse en las dos materias, cada una con su enfoque, y así poder vincular las prácticas y darle continuidad al estudio de este tema.

Algunos objetivos generales pensados para esta propuesta son:

- Generar momentos de reflexión grupal a partir de una actividad lúdica que modifica el entorno de aprendizaje clásico.
- Mostrar la potencia del análisis matemático como herramienta para modelar fenómenos reales de la vida cotidiana y comprender que a partir de la modelización se puede obtener nueva información del fenómeno físico.
- Construir un entorno para el aprendizaje a partir de experiencias que atraviesen el cuerpo en acción, de forma activa y colectiva.
- Incorporar tecnología de laboratorio de física en el aula de análisis matemático en una experiencia interdisciplinaria que integre los conocimientos abordados en distintos momentos de la carrera.

La intención de incorporar esta actividad en la clase de Análisis Matemático I es poner en juego la construcción de conocimiento a partir de la praxis, para darle sentido a las expresiones matemáticas y construir el nexo entre un modelo matemático y el fenómeno que representa. En muchos casos los ejercicios son presentados a partir de una fórmula de una función que “representa el movimiento

de una partícula”, pero la falta de experimentación repercute en que la aplicación de derivadas en este tema quede reducida a trabajar con la regla “La derivada de la función de posición de un objeto resulta en la función de velocidad de ese objeto” estableciendo sólo un nexo memorístico y perdiendo de vista la relación física concreta entre ellas, la relación inseparable que hay entre la velocidad y la posición de un cuerpo en movimiento. El hecho de que los estudiantes puedan elaborar el gráfico de una función a partir del movimiento de un autito, permitirá trabajar construyendo ese nexo que muchas veces queda en un plano “teórico”. Así mismo, esta reducción repercute en la pérdida de sentido en la notación utilizada para nombrar las funciones. En general, usamos los nombres clásicos  $f$ ,  $g$ ,  $h$  para las funciones reales, y a la variable independiente la representamos con “ $x$ ”, es decir,  $f(x)$ ,  $g(x)$ ,  $h(x)$  en la mayoría de los ejemplos. En cambio, al definir funciones que representan un movimiento unidimensional usamos la notación  $rx(t)$ ,  $vx(t)$ ,  $ax(t)$  para las funciones de la coordenada  $x$  de la posición, velocidad y aceleración respectivamente, y la variable independiente, que representa el tiempo, la nombramos “ $t$ ”.

Consideramos necesario resaltar el sentido físico del problema para no reducir estas herramientas matemáticas a un uso estrictamente mecánico donde, sin importar cual sea el problema, solo será necesario derivar o integrar las funciones que tenemos de acuerdo a las reglas establecidas para responder a la consigna. Creemos que esta actividad le aportará ese sentido además de generar un espacio de reflexión a partir del juego y la competencia entre estudiantes.

Por otra parte, al retomar el tema en Física I ya se habrá trabajado arduamente el análisis de las funciones y la relación con sus derivadas. Esto posibilitará enfocar el trabajo en la interpretación física de las funciones y sobre cómo obtener información a partir de sus derivadas e integrales con más herramientas. En esta instancia se podrá profundizar el análisis sobre los parámetros iniciales (posición inicial y velocidad inicial) los cuales, por ejemplo, al integrar, no quedan definidos y resultará fundamental asociar la función al fenómeno físico que representa, ya que únicamente observando y estudiando el movimiento se podrá completar de forma precisa.

Al ser una actividad concebida desde una perspectiva lúdica se requiere la participación activa de los estudiantes involucrando sus cuerpos y tomando sus propias decisiones. Se trabajará la relación entre las mediciones y las funciones necesarias para aproximar esos datos dentro del marco teórico de la física clásica.

## 2. Propuesta Pedagógica: El juego

Esta actividad está dividida en 3 instancias: análisis y aproximación de funciones con GeoGebra, relación entre funciones y su derivada, relación concreta entre el movimiento de una partícula y sus representaciones gráficas. Según la clasificación específica de Caamaño para los Trabajos Prácticos, la propuesta podría encuadrarse dentro de la categoría de Ejercicio Práctico donde se puede encontrar un enfoque tanto para ilustrar la teoría (obtención de gráficos a través de sensores) como para desarrollar destrezas, por ejemplo en el uso del GeoGebra y la aproximación de gráficos[4].

Los recursos necesarios para implementarla son: sensores de movimiento Pasco y su interfaz para la obtención de datos, una pista lineal donde los autos se puedan mover con el menor rozamiento posible y GeoGebra.

Es importante que los docentes a cargo de la actividad puedan orientar la elaboración de los grupos sin aportarles más información que la necesaria para que puedan generar su propuesta, facilitando la comunicación y el intercambio entre sus integrantes, y de ser necesario, asistirlos en el uso de la herramienta GeoGebra. Nuestro propósito es que puedan trabajar con y a partir de las herramientas que tienen y asistirlos para que puedan “echar a rodar la rueda” [5]. Al momento del desarrollo de las clases debemos contar con el equipamiento necesario y tener el dispositivo listo para ser utilizado.



## 2.1. Primera instancia

La primera instancia es de estudio y confección de funciones, en la que se utiliza el sensor movimiento de Pasco con su interfaz para registrar el movimiento de un autito en un gráfico de posición en función del tiempo, y el software GeoGebra para producir gráficos aproximados. En esta instancia los estudiantes ya analizaron en las primeras clases de AMI las características generales de funciones clásicas.

Se realizarán diferentes movimientos con el autito y se analizarán los gráficos asociados, con el objetivo de mostrarle a los estudiantes cómo funciona el dispositivo. Luego se les asignarán, de a uno a la vez, una serie de gráficos en GeoGebra sin revelarles con qué movimiento están asociados:

1. Constante (autito quieto),
2. Lineal creciente (alejándose a velocidad constante),
3. Lineal decreciente (acercándose a velocidad constante),
4. Lineal a trozos (ida y vuelta con velocidad constante),
5. Parábola (ida y vuelta con cambios de velocidad).

El desafío para los estudiantes consiste en que puedan generar con el uso de GeoGebra una nueva función que aproxime de la mejor manera posible el gráfico dado y que puedan explicar cuál es el movimiento asociado en cada caso. Los gráficos tendrán las referencias necesarias para que los estudiantes cuenten con ese apoyo para elaborar sus producciones.

Cada equipo tendrá a disposición una computadora u otro dispositivo con GeoGebra para elaborar su propuesta. Luego de cierto tiempo de trabajo, cada equipo entregará una hoja con la fórmula y su conjetura del movimiento asociado.

Proyectaremos el gráfico original junto al resto de las propuestas y debatiremos entre todos cuál logró la mejor aproximación del gráfico dado.

Para resolver qué equipo logró el mejor resultado, un docente calculará, usando GeoGebra, el área entre las curvas (en un intervalo acotado acorde). Se comentará en forma simple este método adelantando contenidos de AMI que aún no fueron abordados en clase. El equipo que proponga la función que minimice esta cantidad gana 5 puntos y el equipo que describa con más detalle el movimiento asociado gana 5 puntos. Para concluir la actividad, les mostraremos

cuáles fueron los movimientos necesarios para obtener cada gráfico y reflexionaremos sobre las cuestiones que debemos atender para conseguirlos (señaladas en 4 al final del artículo).

Esta primera instancia tiene como objetivos:

- Incluir el uso de herramientas de soporte gráfico (GeoGebra) en el estudio de funciones.
- Manipular instrumentos de laboratorio, interfaces y sensores de movimiento para la generación de funciones y reflexionar sobre su vínculo con un fenómeno físico experimental.
- Poner en juego sus conocimientos de análisis y comparación entre gráficos para la aproximación de funciones.

## 2.2. Segunda instancia

Esta instancia, también a desarrollarse en AMI, tiene como objetivo que se pueda aplicar el estudio de derivadas al movimiento, relacionando las funciones de posición y velocidad. En este momento los estudiantes ya desarrollaron el concepto de derivada, calcularon derivadas de distintas funciones con la tabla y las fórmulas de derivación, y las aplicaron para el análisis completo de funciones. Como variante también podrían usar herramientas de cálculo integral, dependiendo del momento de implementación de la actividad en la materia.

Luego de deducir que la velocidad instantánea es la derivada de la función de posición, les asignaremos a los estudiantes una fórmula que describa la posición de una partícula en función del tiempo y les pediremos que calculen su derivada y que grafiquen ambas funciones con GeoGebra.

Se discutirá por qué la fórmula describe un movimiento rectilíneo en caso de que no sea lineal (es cuando surgen generalmente las dudas) y se reflexionará sobre la relación que hay entre ambos gráficos. Además analizaremos cómo obtener valores medios e instantáneos de la velocidad usando el gráfico de la posición.

Una vez realizado este trabajo con las funciones y sus derivadas se implementa el juego.

Para llevarlo a cabo hacemos dos propuestas:

*Opción 1:* Se propone la elaboración de tarjetas que tengan gráficos realizados en GeoGebra, unas con la leyenda “Posición” y otras con la leyenda “Velocidad”. Se separan en grupos. Cada grupo levanta una tarjeta de cada pila e intentarán justificar si es factible o

no esa combinación de gráficos. Luego debatirán sobre la posibilidad concreta de que esa combinación de gráficos describa un movimiento real. Para esta última etapa podrán experimentar con el sensor de movimiento Pasco para obtener información y/o validar sus hipótesis.

Luego de cierto tiempo de debate los estudiantes deberán exponer frente al resto de los grupos su justificación. En caso de que la combinación sea factible, describirán el movimiento necesario para su obtención relacionando ambos gráficos; en caso de que no sea factible, mostrarán las inconsistencias que encontraron. En ambos casos los docentes decidirán la puntuación para cada grupo, otorgando un máximo de 5 puntos.

*Opción 2:* Se separan en dos grupos. Se realizará un movimiento con el autito, oculto a los estudiantes, y se les mostrará la función de posición o velocidad que se genera en Pasco Capstone. Cada grupo reflexionará sobre el movimiento necesario que debería realizar el auto para generar el gráfico asignado. En caso de mostrar la función de velocidad, podrían usar herramientas de cálculo integral. Luego de cierto tiempo de debate, un representante de cada grupo comentará sus conclusiones. Los docentes asignarán hasta un máximo de 5 puntos a la propuesta que haga cada grupo. En caso de existir diferencias entre sus propuestas se abrirá el debate para contrastar ideas y , para concluir, se les mostrará el movimiento realizado.

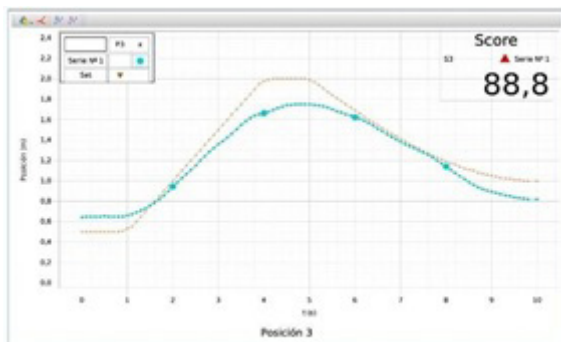
Esta instancia tiene como objetivos:

- Resignificar el concepto de derivada como tasa de cambio o variación instantánea
- Reconocer características de las funciones asociadas al movimiento de un objeto y reflexionar sobre la relación que existe entre las funciones de posición y velocidad a partir de una actividad lúdica

### *2.3. Tercera instancia*

El juego se retoma en la clase de Física I, donde se realiza la práctica llamada “Dibujando Movimientos”, que consiste en utilizar un sensor de movimiento y la interfaz Pasco para registrar el movimiento de una persona generando gráficos de posición y velocidad. La actividad propone el desafío de generar un gráfico que se aproxime lo máximo posible a los que irán apareciendo en diferentes pestañas de la práctica. El software que utiliza la interfaz asignará un puntaje de 0 a 100 a los gráficos obtenidos comparándolos con el que fue asignado en cada caso.





A lo largo de la actividad los estudiantes deberán recrear gráficos de posición en función del tiempo y de velocidad en función del tiempo.

Esa actividad retomará la *Opción 2* del juego propuesto en la clase de AMI y se trabajará sobre la necesidad de definir los parámetros ,iniciales, por ejemplo de la función posición, cuando integramos la velocidad a diferencia de lo que ocurre cuando derivamos la posición.

Esta instancia tiene como objetivos:

- Estudiar el movimiento de los cuerpos a partir de las actividades realizadas en AMI.
- Darle sentido físico a la relación entre el movimiento de un objeto y los gráficos que lo representan, poner en cuestión la elección del sistema de coordenadas y su relación con los gráficos que se obtienen.
- Reflexionar sobre la dificultad para obtener buenos puntajes en los gráficos de velocidad en función del tiempo.
- Reconocer la necesidad de definir los valores de los parámetros iniciales para determinar la función de forma precisa.

### 3. Conclusiones

Consideramos importante generar actividades que modifiquen el entorno clásico de tra- bajo en el aula con propuestas lúdicas e interdisciplinarias que resulten atractivas[3], incentiven ideas y nuevas preguntas de los estudiantes. Buscamos generar momentos de reflexión grupal a partir de una actividad que ponga el cuerpo en acción y posibilite la vinculación entre los contenidos abordados en distintas materias. Este tipo de actividades son estimulantes y

desafían tanto a estudiantes como a docentes, ya que requieren el desarrollo de nuevas habilidades y propone modificar el enfoque con el que abordamos los contenidos a trabajar en el aula; además de generar momentos de debate entre estudiantes posibilitando la profundización de los vínculos personales entre ellos en el intercambio de ideas. Insistimos sobre la idea de repensar actividades que vinculen distintas materias y que tengan continuidad a lo largo de la carrera, sobre todo para crear vínculos entre colegas y poder compartir dificultades y recursos. Sabemos que no es algo simple de lograr dadas las características de la labor docente, pero vale la pena intentarlo entendiendo que podemos habituarnos a ello y que “el cambio es cultural y como tal requiere discutirse y construir sentido para que sea apropiado” [8].

Nos parece relevante mencionar que de estas actividades no se espera una respuesta “correcta” o “incorrecta” sino que el ejercicio está en la reflexión y debate que se pueda generar para hacernos más preguntas y abrir nuevos interrogantes, incentivar la curiosidad y el espíritu crítico de los estudiantes [9].

Sabemos que transformar la dinámica en el aula muchas veces genera resistencia cuando se altera la forma clásica de construcción del conocimiento. La actividad está pensada para ser abordada en distintos momentos de la carrera, de forma tal que interpele al estudiante de la misma manera que lo hace una serie televisiva cuando “se compromete la participación de los televidentes en términos de reconstrucción de la historia y lo llevan a “habitarla”, cada vez, en un nivel de complejidad mayor” [6].

Con respecto a la tecnología necesaria para el desarrollo de esta propuesta, conocemos que no todas las instituciones tienen acceso a la interfaz Pasco, por eso nos resulta relevante comentar que actualmente en la Universidad Nacional de Avellaneda se está llevando a cabo un desarrollo similar llamado Proyecto ISPEL, diseñado con licencias libres y a un bajo costo de producción, lo cual hará accesible esta tecnología en un futuro cercano. También resulta posible rediseñar la experiencia adaptándola para poder sustituir el uso del equipamiento Pasco por el uso del software Tracker donde solo se requiere el uso de un celular para filmar el movimiento y una computadora para poder procesar el video con el software mencionado [7].

#### **4. Apéndice**

*1. Constante (autito quieto):* En este caso solo es necesario conseguir

registrar un cuerpo quieto sobre el cual se analizará el valor de la posición en la que el sensor esté registrando la función constante. Si bien es algo fácil de lograr aporta información valiosa sobre el valor de la posición inicial, parámetro que estará presente en el resto de las funciones de posición.

2. *Lineal creciente (alejándose a velocidad constante)*: Se puede lograr un movimiento con velocidad constante utilizando un autito y una pista lineal, empujándolo suavemente por única vez y logrando compensar el roce con una pequeña inclinación de la pista. En el intervalo que va desde el instante posterior a ser empujado y hasta antes de llegar al final de la pista el autito se moverá con velocidad constante. Será necesario calibrar la pista previamente buscando el ángulo necesario para que esto ocurra. Si el auto se mueve de izquierda a derecha el sensor de movimiento deberá estar ubicado en el extremo izquierdo de la pista.

3. *Lineal decreciente (acercándose a velocidad constante)*: Idem, pero con el autito moviéndose en sentido contrario.

4. *Lineal a trozos (ida y vuelta con velocidad constante)*: Con la pista perfectamente horizontal se empuja el autito de forma que adquiera una velocidad alta (2 o tres veces la anterior) y se coloca una banda elástica en el otro extremo de la pista de forma que permita su rebote. Si bien el auto se frenará tanto a la ida como a la vuelta, si se logra una buena velocidad y por tratarse de un tramo corto, se podrá despreciar esta cuestión pudiendo aproximar con bastante exactitud dos funciones lineales.

5. *Parábola (ida y vuelta con cambio constante de velocidad)*: Para lograr este movimiento basta con inclinar la pista y conseguir una aceleración constante en el sentido deseado.

## Referencias

- [1] <https://www.geogebra.org/>.
- [2] <https://www.pasco.com/>.
- [3] S. Barrena. *Pragmatismo y educación: Charles S. Peirce y John Dewey en las aulas*. Machado Libros, 2015.
- [4] A. Caamaño. *Experiencias y experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones. ¿Una clasificación útil para los trabajos prácticos?* 8-19. Alambique Didáctica de las ciencias experimentales, 2004.

- [5] M. Furman. *Enseñar distinto*. Siglo Veintiuno Editores, 2021.
- [6] M. Maggio y otros. *Clases fuera de serie. Capítulo 6*. Fundación Telefónica Movistar Argentina, 2021.
- [7] P. Schaspchuk y otros. *Uso de métodos tradicionales y disruptivos para la enseñanza de cinemática en la carrera de ingeniería agronómica: AR Real Driving y Tracker 6.1.3*. TEyET 2024.
- [8] L. Pinto. *Rediseñar la escuela para y con las habilidades del siglo XXI. Capítulo 4*. Fundación Santillana, 2019.
- [9] A. Rivas. *Cambio e innovación educativa. Las cuestiones cruciales, XII Foro Latinoamericano de Educación*. Fundación Santillana, 2018.

# Gestión de tecnología digital en los sistemas institucionales de educación a distancia: hacia un contexto de enseñanza híbrida

*Alejandro Héctor González<sup>1</sup>*

## Resumen

Este artículo analiza cómo la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) gestionó la transición de la enseñanza remota de emergencia a modelos híbridos tras la pandemia de COVID-19. La investigación, basada en una metodología cualitativa con entrevistas, cuestionarios y análisis documental, explora la gestión de tecnologías digitales (TD) y la educación a distancia (EaD) en este nuevo contexto. Se busca comprender cómo la institución ha abordado la transición desde la enseñanza remota de emergencia hacia modelos educativos que combinen la presencialidad y la virtualidad, considerando la cultura digital en desarrollo y las estrategias implementadas para la hibridación de sus propuestas formativas.

Los resultados revelan una mayor adopción de TD, pero también desafíos en la formación docente, la infraestructura y la coordinación entre las unidades académicas y el Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED). Se observa una heterogeneidad en la organización de las áreas de EaD y una necesidad de fortalecer el apoyo técnico y pedagógico.

**Palabras claves:** Educación a distancia, tecnologías digitales, híbrido, gestión, cultura digital, transformación digital, desigualdades digitales, modalidades educativas, presencialidad.

## Introducción

La investigación presentada en este artículo se inscribe en el campo de la gestión de la educación superior, específicamente en lo referente a la implementación y gestión de la educación a distancia (EaD) y la integración de tecnologías digitales (TD) en el contexto de

---

1. III-LIDI - Instituto de Investigación en Informática - Universidad Nacional de la Plata.

escenarios híbridos. Se presentan los resultados de la tesis doctoral en Ciencias de la Educación denominada: “Perspectivas institucionales sobre la gestión de la educación a distancia y las tecnologías digitales en escenarios híbridos: el caso de la UNLP”. Surge el desarrollo del trabajo como motivación ante el acontecimiento de la pandemia global de COVID-19 que generó una disrupción en todos los ámbitos de la sociedad, y en particular en la educación superior. El cese de la presencialidad obligó a las instituciones universitarias a adoptar de manera emergente modalidades de enseñanza remota, evidenciando la centralidad de las TD como herramientas fundamentales para la continuidad pedagógica [1]. Este escenario aceleró procesos de transformación digital que ya se venían gestando, pero que encontraron en la crisis sanitaria un catalizador para su implementación masiva.

En este contexto, la gestión de las TD en las instituciones de educación superior requirió que se garantice la infraestructura tecnológica necesaria y repensar las estrategias pedagógicas, la formación docente y la organización institucional para un entorno educativo mediado por la tecnología. El contexto universitario impulsó la reflexión sobre la necesidad de nuevas normativas de EaD que pudieran dar respuesta a los desafíos y oportunidades de este nuevo panorama educativo.

En Argentina, y particularmente en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la respuesta a la pandemia implicó un esfuerzo significativo por parte del Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) y de las diferentes unidades académicas para sostener la actividad académica a través de entornos virtuales. La gestión de estas tecnologías digitales, así como la adaptación a las nuevas realidades impuestas por la pandemia y las posibles nuevas regulaciones en materia de EaD, se convirtieron en un foco de atención para las autoridades y los actores educativos de la UNLP.

La presente investigación tiene por objetivo Analizar la gestión del SIED- UNLP y las TD en el escenario pospandemia del COVID-19.

Como objetivos específicos se busca analizar la organización actual de EaD para el desarrollo de la modalidad en la UNLP. Indagar las relaciones y tensiones pospandemia del COVID-19 entre la gestión de las TD, el SIED central y las dependencias de la UNLP. Se propone identificar estrategias de gestión en escenarios de hibridación dentro de los componentes organizacionales del SIED de la UNLP.

## **Marco Conceptual**

Para comprender la gestión de las TD en la Universidad Nacional

de La Plata (UNLP), se recurre a un marco conceptual en ejes que articulan la gestión de tecnología TD, la EaD, la transformación digital en la educación superior en relación a la cultura digital, la hibridación y la concepción de modernidad como marco socio histórico. Uno de los ejes es la gestión de la TD en las Instituciones educativas. El término TD se utiliza de manera similar a como Manuel Castells (2004) conceptualiza las “tecnologías de la información y comunicación” (TIC), enfatizando la transición desde sistemas analógicos a digitales en áreas como la comunicación, la informática y la electrónica [2].

En el área educativa los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje aparecen como TD que sirven como plataformas tecnológicas diseñadas para administrar y facilitar la enseñanza en línea [3].

Se conceptualiza de metáfora de “campus virtual” como una estructura integradora que agrupa distintos entornos educativos digitales, en contraposición a las aulas virtuales, las cuales tienen un carácter más específico y funcional, contribuyendo a la transformación de los procesos educativos tradicionales [4].

Según Mintzberg (1983) en cuanto a la gestión organizacional de las TD se debe adaptar la estructura interna para facilitar la integración de tecnologías emergentes. Se deben tener en cuenta estructuras transversales o matriciales para fomentar la colaboración y la innovación en un entorno digital [5] [6].

Este nuevo contexto plantea una estrategia en cuanto a la “gobernanza de datos”, entendida como el conjunto de procesos y estructuras que aseguran la calidad, el control y el aprovechamiento óptimo de la información en las organizaciones. Se pueden encontrar tres enfoques principales: planificación y control, organizacional y basado en riesgos [7].

La EaD constituye otro eje donde se consideran los aportes de distancia transaccional de Moore y Kearsley (2012) donde define que el concepto va más allá de la separación física de estudiantes y docentes, sino que se trata de la manera en que se diseñan y gestionan la estructura del curso, el diálogo (o interacción) y el nivel de autonomía del estudiante. En cuanto a las dimensiones y componentes de EaD se tiene en cuenta las enunciadas por Marta Mena: tutorías, estudiantes, docentes, gestión, evaluación, materiales educativos, entre otras [8][9].

Otro eje que estructura el análisis del marco teórico es el concepto de “cultura digital” en el SIED-UNLP, desde una perspectiva comunicacional, según Novismky (2009), se concibe como la internalización y modificación de las TD por parte de individuos y organizaciones

educativas [10]. Este proceso de internalización trasciende la mera utilización funcional de las herramientas, abarcando la creación de nuevas modalidades operativas, principios axiológicos y patrones de interacción dentro del espacio digital. En este contexto, la cultura digital en la educación superior se vincula intrínsecamente con la habilidad de la comunidad académica para incorporar las tecnologías digitales de manera trascendente en las dinámicas de instrucción, adquisición de conocimiento, producción científica y administración institucional.

La concepción de modernidad brinda el marco epistemológico entendiendo que las recientes reconfiguraciones destinadas a optimizar los ecosistemas educativos representan una metamorfosis del aula tradicional hacia espacios que se caracterizan por su porosidad, extensión, aumento de capacidades, virtualización y fluidez. Esta evolución implica una difuminación de la estructura física del aula, en consonancia con la noción de una modernidad inacabada propuesta por Bauman (2007), donde los procesos de enseñanza y aprendizaje convergen en un mismo contexto dinámico [11].

Finalmente, la hibridación como concepto se presenta para comprender la evolución de las modalidades educativas en la UNLP. La tesis define la hibridación como b-learning o enseñanza y aprendizaje mixto, expandiéndose sobre las modalidades tradicionales de EaD (asincrónica) y presencialidad (física) [12] [13].

## **Trabajos relacionados**

Se realizó una búsqueda sistemática de casos relacionados que han abordado las transformaciones y desafíos que enfrentan las instituciones educativas argentinas al adoptar modalidades de enseñanza no presenciales y al integrar herramientas digitales en sus procesos formativos. En el contexto de los desafíos para la inclusión digital en Argentina,

Gonzalez y De Luca (2006) en la Universidad Nacional de San Juan resaltan la necesidad de implementar políticas públicas que permitan superar la brecha digital y garantizar un acceso equitativo a las tecnologías e indican problemas en los recursos humanos calificados y problemas estructurales en la organización de las áreas de EaD [14]. Rivero (2019) realiza una investigación en doce universidades públicas argentinas relacionan la gestión de EaD y en particular subraya la importancia de desarrollar una planificación estratégica como decisión política central para vencer las resistencias al cambio



como elemento clave para una incorporación tecnológica efectiva en el ámbito universitario. Incluye la gobernanza en TI como parte de la estrategia y advierte la diversidad de estructuras de gestión [15]. En relación con las experiencias de los docentes durante la transición a la educación virtual de emergencia en la pandemia, Della Giustina (2020) evidenció un aumento significativo en la carga laboral del profesorado y la urgente necesidad de proporcionar apoyo institucional para afrontar los retos de la enseñanza remota [16].

En el marco de la brecha digital, Barrera, et al. (2015) señalan la importancia de fomentar la alfabetización digital entre los estudiantes universitarios como un factor determinante para promover la inclusión y la igualdad de oportunidades en la educación mediada por tecnologías [17].

## **Metodología de investigación**

Se adopta una metodología cualitativa con enfoque en la triangulación de métodos, combinando entrevistas semiestructuradas, cuestionarios y análisis documental. La triangulación permite obtener una visión integral de la gestión de las TD en la UNLP, al contrastar las percepciones de distintos actores con la normativa y la gestión del SIED central. Se toma como referencia la metodología mixta con la finalidad de comprender un fenómeno complejo como son las TD en una universidad. El enfoque permite entender una realidad concreta respondiendo más al cómo y por qué que a la definición del fenómeno en sí, aportando fuentes de información desde prismas diferentes con base en las dimensiones, actores e implementaciones que tienen lugar en un proceso de TD [18].

Los participantes de esta investigación fueron los miembros de la comisión de educación a distancia y tecnologías de la UNLP directivos de diferentes unidades académicas (UUAA) de la UNLP y los integrantes de la Dirección general de Educación a Distancia y Tecnologías de la UNLP que tiene a cargo la gestión del SIED-UNLP.

La recolección de datos se realizó a través de cuestionarios y entrevistas semiestructuradas. El cuestionario se aplicó a toda la comisión de educación a distancia y respondieron sus 23 miembros. El cuestionario exploró aspectos relacionados con el desarrollo de actividades pospandemia del COVID19, el uso actual de tecnologías digitales, los problemas más comunes en su uso, la formación necesaria para la incorporación de TD, la gestión de materiales educativos digitales,

el monitoreo de TD, y la relación entre las unidades académicas y el nivel central del SIED.

Se realizaron 5 entrevistas luego de analizar los datos del cuestionario para profundizar en la gestión de la EaD y las TD. Se eligieron casos donde utilicen los entornos virtuales ofrecidos por el SIED y tengan carreras a distancia, otro donde utilicen un entorno propio, un colegio preuniversitario, la escuela universitaria de oficios y un integrante del área de tecnología del SIED-UNLP; en total se desarrollaron 5 entrevistas.

Las entrevistas semiestructuradas abordaron la gestión de la EaD en las unidades académicas, el desarrollo de materiales educativos digitales, la autoevaluación del uso de TD, la relación con el SIED central, la percepción sobre la transformación pospandemia y las posibles mejoras en la gestión de las TD a nivel central.

## Resultados

El análisis de los datos recabados permitió identificar diversas perspectivas institucionales que se organizan en 10 categorías de análisis que se presentan a continuación.

*1. Organización del área de EaD en la dependencia:* Se observó una heterogeneidad en la denominación de las áreas dedicadas a la gestión de la EaD, lo que refleja diferentes niveles de apropiación y entendimiento de la modalidad. Se destaca un creciente número de consultas sobre el uso de TD en modalidades presenciales, a distancia e híbridas. La dependencia funcional de estas áreas varía, ubicándose principalmente en las secretarías académicas, decanatos y posgrados. Existe una necesidad generalizada de reconocimiento de la labor de estas áreas en la toma de decisiones, con propuestas de integrar la gestión de la EaD y la hibridación de manera transversal en todas las estructuras de gestión. Se destaca el caso de la Escuela Universitaria de Oficios (EUO) como un ejemplo de construcción institucional bimodal completa. Las UUAA con desarrollo propio de TD, la gestión suele estar centralizada en los departamentos de informática, aunque no siempre con personal directamente asignado a la gestión del área de EaD.

*2. Articulación UUAA y SIED:* se manifiesta principalmente a nivel TD (uso de EVEA, blogs, videoconferencia), administrativo (creación de aulas virtuales, licencias), y en relación con carreras y planes de estudio a distancia (generación de carreras, armado de aulas). En algunos casos, la relación se percibe asimétrica, con consultas llegando

directamente al SIED central sin pasar por las áreas de EaD de las dependencias, lo que sugiere una falta de delegación en estas áreas relativamente nuevas.

3. *Gestión de las TD en el SIED-UNLP se observa:* a) gestión específica de EVEA: predomina el uso de Moodle, con desarrollos propios como el entorno Ideas y algunos cursos en Google Classroom. El principal desafío identificado es la integración de usuarios en múltiples plataformas. La gestión técnico- pedagógica se realiza desde un enfoque interdisciplinario.

b) Videoconferencia: se utilizan plataformas como Zoom, Webex y BBB. El uso de videoconferencia se ha estabilizado, aunque disminuyó en los colegios tras la pandemia, manteniéndose para reuniones administrativas y en el ámbito del posgrado.

c) Transformación digital: pospandemia se logró una alta virtualización de las cátedras. Se amplió la infraestructura y se ofrecieron capacitaciones, abordando también la desigualdad digital con la entrega de dispositivos y becas. Se observa una mayor adopción de la virtualización híbrida y el uso de materiales interactivos.

d) Coordinación de la tecnología: se centra en el uso de software libre, la optimización de la infraestructura y la incorporación estratégica de diversas TD.

4. *Gestión del área administrativa de las áreas de EaD:* se ha reconfigurado la atención administrativa hacia un modelo de respuestas y guardias técnicas permanentes. La concepción del rol administrativo se ha ampliado, surgiendo nuevas tareas vinculadas a la EaD. La ruptura del espacio y el tiempo en las tareas administrativas genera tensiones en la organización del trabajo. Se identifica la necesidad de ampliar la formación del personal no docente en temas de EaD. Existe una consulta permanente con el SIED central y la Comisión de EaD como espacios de colaboración.

5. *Gestión de carreras / trayectos a distancia:* a) Desarrollo y organización: el desarrollo de carreras a distancia responde a necesidades puntuales de cada dependencia, sin una estrategia anticipatoria generalizada. La modalidad a distancia surge a menudo a través de cursos, diplomaturas o posgrados. La decisión institucional de dictar carreras a distancia se percibe fuerte, aunque persiste la idea de “territorio” ligado a la presencialidad como obstáculo en el grado. La idea de híbrido o bimodal tensiona los modelos establecidos. Existe preocupación por el uso excesivo de la videoconferencia sin planificación de actividades asincrónicas. Se propone generar normativa que

regule el uso de TD en las aulas. Se observa escasa formación docente en las diferentes modalidades educativas.

b) **Financiamiento y convenios:** se identifica la falta de financiamiento para la labor docente de posgrado en la EaD y la necesidad de trabajar en redes con otras universidades para generar carreras a distancia.

c) **Materiales educativos:** se promueve el uso de licencias Creative Commons para la autoría de materiales digitales, creados en articulación con equipos de EaD o capacitación, utilizando también recursos audiovisuales.

d) **Organización del sistema tutorial:** surgen problemas por la falta de experiencia docente y por la sobrecarga de alumnos por tutor virtual.

6. *Gestión de carreras/trayectos presenciales:* se observa un uso generalizado de videoconferencia, aunque con la tendencia a ser utilizada como medio de transmisión de teoría. La presencia física en el aula sigue siendo fuerte, con el aula virtual como complemento. Existe una marcada diferencia en la formación docente en el uso de las TD. Hay poco conocimiento de las posibilidades de las TD disponibles. Se identifican problemas de conectividad en las aulas y de acceso a internet por parte de los estudiantes. La institucionalidad de los contenidos educativos digitales está en tensión. Las aulas se conciben como espacios dinámicos y las prácticas docentes con las TD están en crecimiento.

7. *Capacitaciones propias en TD en cada dependencia:* Las capacitaciones se orientan más a lo técnico de las herramientas que a lo didáctico-pedagógico. Existe una tensión entre las herramientas y su uso pedagógico, así como entre el uso y el nivel de alfabetización digital de los docentes. Se observa menor desarrollo de capacitaciones para propuestas a distancia o híbridas. Falta reconocimiento en los concursos de formación docente en competencias digitales.

8. *Hibridación:* a) **Experiencias pospandemia:** se incrementó el uso de TD como blogs, redes sociales y videoconferencia. Se observa un aumento en la utilización de la videoconferencia como principal forma de hibridación. Se desarrollan trayectos de egreso en las UUAA y se incorpora el video como recurso educativo digital. Se destaca la necesidad de reconocer la hibridación no sólo como acompañamiento, sino como una estrategia formal dentro de la carga horaria. Aumentaron los materiales educativos digitales en los entornos virtuales. Se observa poco impacto de la experiencia de la pandemia para fomentar otras modalidades en el grado.

b) Decisiones de gestión: algunas dependencias abrieron áreas relacionadas a la EaD o tecnología educativa, pero no se ha institucionalizado el modelo híbrido (mixto). La EaD funciona a menudo como un elemento satélite de la gestión. No están resueltas las estrategias de gestión de la clase híbrida (tutores, equipos, reconocimiento del esfuerzo docente). c)

9. *Autoevaluación*: se utilizan instrumentos de evaluación generados por el SIED. Se observa poca autoevaluación de la gestión de las TD en las áreas de EaD. El seguimiento y evaluación de trayectos a distancia se realiza principalmente desde las áreas de posgrado. Se identifica la necesidad de registrar el uso educativo de las TD para fortalecer las capacitaciones y tener casos de buenas prácticas. Se menciona el concepto de I+G (Investigación + Gestión) desarrollado en la EUO y la autoevaluación conjunta de cursos, docentes, estudiantes y recursos digitales. Se menciona la ciudadanía digital de docentes y estudiantes y la EaD como derecho a la educación.

10. *Perspectiva a futuro*: se menciona el uso de Inteligencia artificial generativa (IAGen) en educación, la necesidad de recopilar y mostrar experiencias de clases híbridas en la UNLP, el desarrollo de nuevos instrumentos para evaluar las diferentes modalidades y el uso de las TD, el desarrollo de carreras virtuales (híbridas), la bi-modalidad como ampliación de derechos, la problemática del exceso de trabajo ante la demanda tecnológica, la necesidad de un espacio de investigación y prueba de nuevas tecnologías, y la importancia de visibilizar las tareas que las TD vuelven invisibles.

## Conclusiones

Del análisis efectuado puede observarse que aparece en la pospandemia una rápida adopción de TD en las actividades académicas, lo que sugiere un avance hacia la consolidación de una cultura digital en la institución. No obstante, persisten problemas comunes en el uso de estas tecnologías, lo que subraya la necesidad de fortalecer la formación y el apoyo técnico ofrecido a docentes y estudiantes.

En cuanto a la gestión de aulas virtuales, se observan diversas estrategias implementadas por las unidades académicas, aunque se identifica la necesidad de establecer lineamientos más claros y coordinados a nivel institucional para garantizar la calidad y accesibilidad de estos recursos.

El monitoreo del uso de tecnologías digitales a nivel de las UUA es una práctica incipiente y heterogénea, lo que sugiere la oportuni-

dad de desarrollar estrategias más sistemáticas y compartidas para evaluar la efectividad de las TD y orientar la toma de decisiones en este ámbito.

La percepción generalizada de una transformación pospandemia en el proceso educativo indica un reconocimiento del impacto duradero de las TD en la enseñanza y el aprendizaje en la UNLP. La transformación digital del SIED-UNLP se caracteriza por una organización de gestión transversal a todas la UNLP.

La relación entre la hibridación, la EaD y la presencialidad en la UNLP es emergente y aún no se ha consolidado en prácticas sostenidas, especialmente en carreras de grado. El posgrado muestra mayor avance en la incorporación de las TD.

El SIED-UNLP impulsa la hibridación a través de proyectos de formación de tutores virtuales, desarrollo de competencias digitales y creación de carreras en otras modalidades.

La hibridación se aceleró en la pospandemia, con la EaD (tradicionalmente asincrónica) integrando espacios sincrónicos (físicos y virtuales), evolucionando hacia el b-learning, especialmente en el posgrado. Algunas unidades académicas como la EUO ya desarrollan modelos “bimodales”.

La tesis entiende la hibridación como b- learning o enseñanza y aprendizaje mixto, expandiéndose sobre los espacios tradicionales de EaD (asincrónica) y presencialidad (física), conformando una “hibridación expandida”. Esta expansión busca transformar el aula presencial universitaria en espacios más porosos, extensos, aumentados, virtualizados y líquidos. En la figura 1 se puede observar cómo se articula la hibridación expandida con la cultura digital y la transversalidad del SIED generando un modelo en proceso de desarrollo en la UNLP.

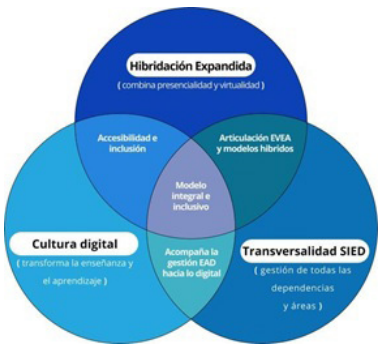


Figura 1 - Modelo en proceso en el SIED- UNP

Entre la hibridación expandida y la cultura digital se destaca la construcción de la accesibilidad y la inclusión. Entre la cultura digital y la transversalidad del SIED se observa la transición hacia la gobernanza digital. Entre la transversalidad del SIED y la hibridación expandida se determina la articulación de los EVEA y los modelos educativos híbridos.

En esta concepción denomina como “hibridación expandida”, se pueden observar en la UNLP tres categorías de modalidades educativas predominantes:

a) *A Distancia*: Más del 50% online, priorizando el Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA), con actividades asincrónicas complementadas por videoconferencias sincrónicas (consideradas presenciales).

b) *Híbrida*: Clases a distancia con encuentros presenciales obligatorios (menos del 50% presencial), con la mayor parte del contenido y actividades en línea (sincrónico y asincrónico).

c) *Presenciales con incorporación de las TD*: Más del 50% presencial, complementado con actividades con TD (asincrónicas y sincrónicas virtuales, sin superar el 75% de la carga horaria total). La videoconferencia emergió como un objeto cultural importante, pero en términos de Carrion (2020) “vagamente identificado” [19], llevando al concepto de “aula híbrida” y luego al uso de la videoconferencia en el b-learning, especialmente en el posgrado.

## **Trabajo futuro**

Las propuestas enunciadas a continuación surgen de las perspectivas encontradas y revisando los componentes organizacionales del SIED-UNLP.

Se proyecta ampliar la información de manera más detallada con entrevistas a los y las representantes del resto de las Facultades y Colegios para tener un alcance total de las estrategias de gestión.

También es importante tener las miradas de las autoridades no solo de los miembros de la comisión de EaD sino de la gestión en presidencia. Estas miradas permitirán definir mejor algunos emergentes que aparecen en este trabajo como el concepto de EaD como satélite, el reconocimiento del trabajo docente y no docente remoto, acceso de los y las estudiantes a las carreras con modalidades no presenciales.

Como ramificación del trabajo se deben indagar sobre las prácticas docentes en las clases híbridas para poder entender el alcance real de la hibridación. El caso de la EUO es el primer espacio institucional

definido como bimodal y brinda elementos que permiten pensar la reconfiguración de las clases universitarias.

La irrupción de la IAGen como emergente posterior a la pandemia también es un objeto cultural nuevo y en tensión, que debe ser revisado desde una mirada crítica que interpele su inclusión en las actividades académicas y cómo esta transformación se relaciona con el SIED- UNLP.

## Bibliografía

- [1] Aretio, L. (2021). La educación a distancia en tiempos de pandemia y post- pandemia. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 9-32.
- [2] Castells, M. (2004). La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Madrid: Alianza Editorial. García
- [3] Duart, J. M., & Lupiáñez, F. (2005). E- estrategias en la introducción y uso de las TIC en la universidad. Rev. U. Soc. Conocimiento, 2, 5.
- [4] González Alejandro (2019). Tendencias en el desarrollo de plataformas educativas en el ambiente universitario. presentación de casos. Giuliano M et al. Las plataformas virtuales en la Educación Superior: conferencias y comunicaciones de la Jornada de Plataformas Educativas en el Nivel Superior (JoPIEd) (pp. 15-33). DIIT Universidad Nacional de la Matanza.
- [5] Mintzberg, H. (1983). Estructuras en cinco: Diseño de organizaciones efectivas. Editorial Ariel.
- [6] Davenport, T. H., & Prusak, L. (1998). Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know. Harvard Business School Press.
- [7] Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S., & Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy Artificial Intelligence. Government information quarterly, 37(3), 101493.
- [8] Moore, M. G., & Kearsley, G. (2012). Distance education: A systems view of online learning. Cengage Learning.
- [9] Mena, M. (2007). Construyendo la nueva agenda de la Educación a Distancia. Crujía Ediciones.
- [10] Novomisky, S. (2020). La marca de la convergencia.
- [11] Bauman, Zygmunt (2007). Los retos de la educación en la modernidad líquida.
- [12] Gonzalez, A. H. (2024). Perspectivas institucionales sobre la gestión de la educación a distancia y las tecnologías digitales en escenarios híbridos: el caso de la UNLP (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata.
- [13] Maggio, M. (2023). Híbrida: Enseñar en la universidad que no vimos venir. Tilde editora.
- [14] González, L., & Luca, A. D. (2006). Organizaciones de educación a distancia en estructuras organizativas de la presencialidad. Revista de la educación superior, 35(139), 69-77.



- [15] Rivero, Maria Andrea (2020). Estrategias para la gestión de la educación a distancia en universidades públicas nacionales argentinas.
- [16] Della Giustina, S. (2023). Transformaciones sociotécnicas de las aulas universitarias en pandemia. El caso de las aulas de la Universidad Nacional del Sur (UNS) en 2020.
- [17] Barrera, L. D. F., & Soto, A. E. S. (2015). Gestión del sistema tecnológico de contenidos en la modalidad de educación a distancia. *Opción*, 31(6), 261-283.
- [18] Sautu, R. (2003). Todo es teoría (pp. 98-98). Buenos Aires: Lumiere Ediciones.
- [19] Carrión, J. (2020a). La estética de la pandemia.

# Uso de Inteligencia Artificial como asistente educativo en la enseñanza de algoritmos numéricos en Python. Una experiencia en la cátedra de Análisis Numérico

*Claudia Roxana García<sup>1</sup>*

## Resumen

El presente trabajo describe una experiencia educativa en la cátedra de Análisis Numérico de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN Facultad Regional Resistencia, centrada en el uso de inteligencia artificial (IA) como asistente pedagógico. La propuesta integra metodologías activas y principios STEM para fomentar el pensamiento computacional, el aprendizaje activo y la resolución de problemas complejos mediante herramientas tecnológicas. Se utilizaron cuadernos Jupyter y librerías de Python (NumPy, SymPy, SciPy, Matplotlib) para abordar temas como la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales y análisis de estabilidad. La IA, a través de herramientas como ChatGPT, facilitó la generación, explicación, depuración y optimización de código, así como el acceso a documentación técnica y ejemplos prácticos. La experiencia favoreció el desarrollo de habilidades en programación, análisis crítico y trabajo colaborativo, aunque también se identificaron desafíos como la comprensión superficial del código y la dependencia excesiva de la IA. Los resultados muestran un impacto positivo en la motivación y el aprendizaje del estudiantado, y plantean nuevas oportunidades para incorporar la IA de manera crítica y estratégica en entornos educativos, impulsando una educación más pertinente, tecnológica y contextualizada.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, pensamiento computacional, Análisis Numérico, Python, educación superior.

---

1. Claurg369@gmail.com, Facultad Regional Resistencia, Universidad Tecnológica Nacional

## **Introducción**

En el contexto actual de transformación digital y evolución de las metodologías educativas, la incorporación de herramientas de inteligencia artificial (IA) en los procesos de enseñanza- aprendizaje representa una oportunidad estratégica para mejorar la calidad educativa. En particular, en áreas como el Análisis Numérico, fundamental en la formación de ingenieros, el uso de tecnologías innovadoras permite abordar problemas complejos de manera más accesible, visual y significativa.

Este trabajo presenta una experiencia pedagógica desarrollada en la cátedra de Análisis Numérico de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN Facultad Regional Resistencia, que integra el uso de la IA generativa como recurso didáctico complementario. A través del empleo de cuadernos Jupyter, librerías de Python y asistentes como ChatGPT, se propone un enfoque que combina la resolución de problemas numéricos con el desarrollo del pensamiento computacional, el aprendizaje activo y la autonomía estudiantil.

La propuesta se enmarca en la necesidad de formar profesionales capaces de utilizar herramientas actuales de programación y análisis, al mismo tiempo que se fomenta una actitud crítica y reflexiva sobre el uso de tecnologías emergentes en contextos académicos.

## **Competencias STEM**

Una de las definiciones más ampliamente aceptadas de STEM es la propuesta por Velikova et al. (2018), la cual se refiere a STEM como la integración de ciencias naturales, tecnología, ingeniería y matemáticas con el propósito de desarrollar las habilidades de los estudiantes para encontrar soluciones, implementar mejoras e innovaciones a problemas complejos.

Una de las ventajas de la metodología STEM es que se enfoca en el aprendizaje práctico y en la aplicación del conocimiento. En lugar de simplemente memorizar hechos y conceptos, los estudiantes aprenden mediante la experimentación, el descubrimiento y la resolución de problemas reales. Esta metodología fomenta el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la creatividad, habilidades esenciales para el éxito en cualquier carrera.

La competencia STEM pone en práctica la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas donde los conceptos académicos se acoplan y complementan para responder a la necesidad de resolver

diferentes tipos de problemas. Esto responde a un modelo curricular que pretende relacionar diferentes áreas para promover en aprendizaje integrado en ingeniería.

Las tareas que promueven el desarrollo de la competencia STEM articulan diferentes habilidades en virtud del grado de aplicación de las materias que se relacionan con ella.

Entre las metodologías activas, las más adecuadas para el desarrollo de las competencias STEAM son: el trabajo por proyecto, el movimiento maker y el pensamiento computacional como estrategias de enseñanza aprendizaje.

Estas metodologías deben emplear estrategias de aprendizajes y técnicas que ayuden a desarrollar la construcción del conocimiento a través del aprendizaje autorregulado y metacognitivo

## **Pensamiento computacional**

El pensamiento computacional es una metodología de resolución de problemas que se puede automatizar (Zapata-Ros, 2015). Conjuga el pensamiento ingenieril, el científico y el lógico matemático e implica el desarrollo de un mayor nivel de abstracción para resolver problemas concretos de diseño de sistemas y otros que requieren soluciones automatizadas de pensamiento algorítmico y programación (Wing, 2008)

En el pensamiento computacional se complementa y se combina el pensamiento matemático con la ingeniería. Ya que, al igual que todas las ciencias, la computación tiene sus fundamentos formales en las matemáticas. La ingeniería nos proporciona la filosofía base de que construimos sistemas que interactúan con el mundo real. (Wing 2006)

En este contexto, el desarrollo del **pensamiento computacional** es fundamental. Se trata de una habilidad transversal que permite a los estudiantes abordar problemas complejos descomponiéndolos en partes más simples, diseñar algoritmos eficientes, analizar patrones y evaluar soluciones. A través de actividades como la implementación de métodos numéricos en Python o la resolución simbólica con SymPy, los estudiantes ejercitan este tipo de razonamiento estructurado.

El uso de cuadernos Jupyter y librerías específicas de Python no solo sirve para resolver ejercicios, sino que propicia un entorno donde se experimenta activamente con el diseño de soluciones, la depuración de errores y la mejora de algoritmos. Esto transforma al estudiante en **constructor activo de conocimiento**, más que en un receptor pasivo.

## IA como asistente para mejorar la investigación y el rendimiento académico

A esto se suma el creciente interés por las herramientas de inteligencia artificial generativa, como ChatGPT, GitHub Copilot o Gemini, que brindan una asistencia pedagógica automatizada, flexible y adaptativa. Estas herramientas potencian el pensamiento computacional, ya que permiten visualizar distintos caminos de resolución, explorar alternativas de código y comprender más profundamente la lógica algorítmica.

La inteligencia artificial (IA) facilita el desarrollo de diversas habilidades vinculadas al pensamiento computacional, entre ellas: la abstracción, la resolución de problemas, el enfoque en el logro, la toma de decisiones, el análisis de datos y el diseño de algoritmos. Esto contribuye a formar estudiantes más competitivos, capaces de desempeñarse con eficacia en entornos multidisciplinarios y multiculturales (Zubieta, 2024).

Zubieta afirma que las diferentes herramientas de IA facilitan diferentes procesos de investigación, disminuyen los tiempos especialmente lo relacionado con aspectos como la indagación teórica que se requiere en la investigación académica, la cual se hace mucho más eficiente y rápida a través de IA. El uso adecuado de la IA en investigación requiere comprender tres aspectos clave: el **aprendizaje automático**, que permite a las máquinas mejorar tareas mediante la identificación de patrones sin seguir instrucciones explícitas; el **funcionamiento de redes neuronales artificiales**, que imitan el cerebro humano para organizar información relevante y generar modelos predictivos; y el **procesamiento del lenguaje natural**, que facilita la comprensión e interacción con el lenguaje humano.

La IA ofrece herramientas que ya impactan distintas etapas del proceso de investigación, como la **búsqueda de información, recolección y análisis de datos, diseño de investigaciones, generación de ideas y redacción de textos académicos**. Estas tecnologías no solo agilizan y optimizan el proceso que el estudiante realiza en tareas de investigación destinadas al aprendizaje, sino que también contribuyen a una educación más tecnológica y a una producción científica más pertinente y contextualizada.

Si bien la IA puede ser muy útil para la redacción de textos académicos, es importante subrayar que no se puede reemplazar completamente el pensamiento crítico y la creatividad humana. Los

estudiantes deben poder utilizarla como una herramienta para mejorar su aprendizaje, no para reemplazarlo.

## Herramientas de IA y programación

Para la implementación de la propuesta se utilizaron ChatGP y Jupyter Notebook.

### *ChatGP*

**ChatGPT** es un modelo de inteligencia artificial desarrollado por OpenAI, basado en la arquitectura de lenguaje natural GPT (Generative Pre-trained Transformer). Está diseñado para comprender preguntas en lenguaje natural y generar respuestas coherentes, informativas y útiles.

En el contexto de la programación, ChatGPT puede actuar como un asistente de desarrollo, ayudando a escribir, depurar y entender código.

¿Cómo se utiliza ChatGPT para desarrollar código en Python?

1. **Generación de código desde cero:** Se puede solicitar a ChatGPT que escriba funciones, clases o scripts completos.
2. **Explicación de código:** se puede copiar un fragmento de código y preguntarle qué hace o cómo funciona.
3. **Corrección de errores (debugging):** Si el código tiene un error, se puede pegarlo y pedir ayuda para entender y corregir el problema.
4. **Optimización de código:** se puede pedirle que mejore la eficiencia de una función o que simplifique un fragmento de código:
5. **Integración con librerías:** ChatGPT puede colaborar en la comprensión sobre el uso de librerías comunes como NumPy, Pandas, Matplotlib, SciPy, etc.:
6. **Uso en entornos educativos:** En cátedras como Análisis Numérico, ChatGPT puede ser utilizado como una herramienta para que los estudiantes exploren diferentes implementaciones de algoritmos, comparen resultados y profundicen su comprensión, **siempre acompañado de una actitud crítica y reflexiva** sobre las respuestas que la IA genera.

Algunas consideraciones importantes acerca de su uso:

- **No todo lo que dice es correcto:** Hay que verificar el código generado y comprenderlo, no copiarlo sin más.
- **Fomenta el aprendizaje activo:** Es ideal usarlo como punto de partida o guía, no como solución automática.
- **Promueve el pensamiento computacional:** Al interactuar con la IA, los estudiantes ejercitan habilidades como descomposición de problemas, diseño de algoritmos y abstracción.

### *Jupyter Notebook*

Jupyter Notebook es una aplicación web de código abierto que permite a los usuarios crear y compartir documentos que contienen código en vivo, ecuaciones, visualizaciones y texto narrativo. Esta herramienta es especialmente popular entre los científicos de datos, analistas y desarrolladores por su capacidad para facilitar el desarrollo, la documentación y la presentación de proyectos.

#### Usos de Jupyter Notebook

- Enseñar habilidades de ciencia de datos
- Colaborar en proyectos
- Practicar el análisis y la organización de datos
- Identificar y corregir errores de codificación
- Visualizar datos en big data y ciencia de datos
- Documentar y demostrar flujos de trabajo de codificación
- Experimentar con el código

#### Características de Jupyter Notebook

- Permite ver fragmentos de código mientras se escribe
- Es compatible con la mayoría de los lenguajes de programación, pero es especialmente potente con Python
- Se puede ejecutar en la nube o en una computadora
- Permite ejecutar código desde el navegador
- Permite visualizar el resultado del cálculo mediante representaciones multimedia enriquecidas
- Permite editar texto enriquecido mediante el lenguaje de marcado [Markdown]
- Permite incluir notación matemática dentro de celdas de rebajas usando LaTeX

## Descripción de la experiencia

La propuesta se alinea también con los principios del **aprendizaje activo**, en tanto se promueve la exploración, la reflexión y la producción de conocimiento por parte del estudiante a partir del uso guiado de nuevas tecnologías.

En este sentido, el desarrollo de competencias en programación científica con Python, utilizando librerías como NumPy, SymPy, SciPy y Matplotlib se convierte en un pilar fundamental.

La experiencia fue diseñada como parte del Trabajo Práctico sobre resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales y análisis de estabilidad en sistemas dinámicos en la asignatura Análisis Numérico, correspondiente al plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN Regional Resistencia.

Se propuso a los estudiantes trabajar en entornos de programación basados en cuadernos Jupyter, combinando teoría y práctica con un enfoque de resolución de problemas.

Los objetivos planteados fueron:

- Familiarizarse con las herramientas computacionales de cálculo simbólico y numérico mediante la utilización de las librerías de Python ``NumPy``, ``SymPy``, ``SciPy``, y ``Matplotlib``, enfocándose en la resolución de ecuaciones diferenciales y la representación gráfica de sus soluciones.
- Comprender y aplicar los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales homogéneos y no homogéneos, implementando algoritmos para la solución de estos sistemas mediante las técnicas de variación de parámetros y transformada de Laplace.
- Analizar la estabilidad de los sistemas de ecuaciones diferenciales, clasificando los puntos de equilibrio y evaluando su estabilidad utilizando métodos como la función de Lyapunov y otros criterios establecidos.
- Desarrollar habilidades en la programación y análisis matemático, utilizando Python para resolver ejercicios prácticos que incluyan la generación de código, representación gráfica de campos vectoriales y análisis de soluciones.
- Promover la investigación y comparación entre métodos numéricos y simbólicos, desarrollando una visión crítica sobre cuándo es conveniente utilizar un enfoque sobre el otro en la resolución de problemas matemáticos complejos.
- Fomentar el trabajo en equipo y la investigación colaborativa,



donde cada grupo deberá presentar de manera clara y organizada tanto la investigación previa como la resolución de actividades prácticas, con el fin de consolidar el conocimiento de las herramientas y técnicas estudiadas.

El trabajo práctico propuesto tiene un enfoque integral en la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales y el análisis de estabilidad. Este trabajo práctico no solo aborda conceptos matemáticos avanzados, sino que también introduce a los estudiantes a herramientas computacionales esenciales para la resolución de problemas complejos. Su enfoque didáctico y práctico lo convierte en un recurso valioso para consolidar habilidades técnicas y analíticas.

## Estructura

1. **Herramientas Computacionales:** Se promueve el aprendizaje de librerías clave de Python como NumPy, SymPy, SciPy y Matplotlib, esenciales para el cálculo simbólico, numérico y la representación gráfica.
2. Resolución y análisis de **sistemas:**
  - a) Aplicación de métodos como variación de parámetros y transformada de Laplace.
  - b) Clasificación de puntos de equilibrio y análisis de estabilidad con herramientas como funciones de Lyapunov.
  - c) Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales.
3. **Desarrollo de habilidades:**
  - a) Implementación de algoritmos en Python.
  - b) Comparación entre enfoques numéricos y simbólicos para resolver problemas matemáticos complejos.
4. **Trabajo colaborativo:** Fomenta la investigación y resolución grupal, con énfasis en la organización y claridad en la presentación.

## Metodología

El trabajo se divide en dos partes principales: Investigación Previa y Resolución de Actividades, que deben ser documentadas en cuadernos de Jupyter. Esta aproximación asegura la sistematización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades en programación y análisis matemático.

**1. Investigación Previa:** Explora el uso de las librerías mencionadas en problemas básicos como operaciones matriciales, cálculo de

derivadas, límites, integrales y análisis de estabilidad. Esta investigación se apoya en el uso de inteligencia artificial para la búsqueda de ejemplos y aplicaciones de código.

El objetivo de esta sección fue incorporar el uso de herramientas de inteligencia artificial como asistente de investigación para aprender y explorar el uso de Python y sus librerías matemáticas (NumPy, SymPy, SciPy, Matplotlib, entre otras) dentro de cuadernos Jupyter.

La IA asistió como apoyo para:

- Buscar documentación oficial.
- Comprender sintaxis y funciones específicas.
- Investigar el uso de librerías de Python aplicadas a problemas numéricos.
- Generar ejemplos iniciales de código comentado.
- Explorar comparativas entre métodos simbólicos y numéricos.
- Reflexionar críticamente sobre las soluciones propuestas por la IA.

## **2. Resolución de Actividades:**

- Uso de métodos computacionales para resolver sistemas homogéneos y no homogéneos.
- Representación gráfica de campos vectoriales y soluciones de sistemas.
- Análisis detallado de estabilidad dependiendo de parámetros específicos.

El trabajo fue implementado en grupos, con entregas en formato .ipynb, e incluyó como parte del entregable la documentación de las consultas realizadas a la IA, los resultados obtenidos, y comentarios personales sobre lo aprendido.

La experiencia se desarrolló en un entorno mixto: clases presenciales con soporte virtual en la plataforma Moodle, permitiendo el seguimiento y retroalimentación continua del proceso.

## **Resultados**

Los resultados obtenidos fueron muy alentadores desde varias perspectivas:

Fortalezas identificadas:

- Aumento del interés y motivación del alumnado por explorar herramientas tecnológicas avanzadas.
- Mejora en la comprensión de los métodos numéricos al tener asistencia en tiempo real para entender funciones, sintaxis y conceptos complejos.
- Desarrollo de habilidades de análisis crítico frente a las respuestas generadas por la IA.
- Promoción del trabajo colaborativo y la documentación reflexiva del proceso de aprendizaje.

Debilidades observadas:

- Algunos estudiantes tendieron a copiar código sin comprenderlo en profundidad, por lo cual fue necesario reforzar la consigna de interpretación y adaptación.
- Dependencia excesiva en algunos casos del asistente de IA, sin consultar otras fuentes teóricas o bibliográficas.
- La calidad de los resultados generados por la IA variaba en función de la claridad de las preguntas realizadas por los estudiantes.

## **Implicaciones y Proyecciones**

La experiencia abre un camino prometedor hacia la integración curricular de herramientas de inteligencia artificial como apoyo didáctico. Algunos pasos a seguir o ideas a profundizar incluyen:

- Incorporar sesiones específicas de formación sobre cómo hacer preguntas efectivas a modelos de IA.
- Diseñar rúbricas de evaluación que incluyan la capacidad de análisis crítico de las respuestas generadas por IA.
- Desarrollar un repositorio colaborativo de cuadernos Jupyter comentados por los estudiantes, que funcione como banco de recursos compartido.
- Fomentar el uso de IA para la generación automatizada de visualizaciones, animaciones y representaciones gráficas en problemas de análisis numérico.

## **Conclusiones**

La experiencia de integrar herramientas de inteligencia artificial generativa en la enseñanza de Análisis Numérico ha demostrado ser enriquecedora tanto para estudiantes como para docentes. El uso de

cuadernos Jupyter como espacio de trabajo interactivo, sumado al acompañamiento personalizado de modelos de lenguaje, permitió a los estudiantes explorar, comprender y aplicar algoritmos numéricos de forma más dinámica y autónoma.

Se evidenció un cambio positivo en la forma en que los alumnos abordan los problemas: pasaron de una lógica de repetición mecánica a una actitud más reflexiva, de exploración y validación. Asimismo, el docente asumió un nuevo rol como mediador entre el saber disciplinar y las herramientas tecnológicas emergentes, lo que favoreció instancias de aprendizaje más horizontales y colaborativas. Esta experiencia invita a seguir profundizando en propuestas pedagógicas que integren inteligencia artificial de forma crítica y contextualizada, poniendo el foco en el desarrollo del pensamiento computacional, la creatividad y la autonomía de los estudiantes. Al mismo tiempo, plantea el desafío de formar a los futuros profesionales en el uso responsable, ético y estratégico de estas tecnologías.

## Bibliografía

- Alayo Rondón A., Soto Gómez E., Hernández Dalmau H., Bony M. Python en la enseñanza de las matemáticas en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas ISSN: 2306-2495 RNPS: 2343. Vol 14, No. 5, Mayo 2021 pag 181-202.
- Almazán, Y., Parra-González E., Zurita- Aguilar K., Mejía Miranda J., Carranza D., ChatGPT: La inteligencia artificial como herramienta de apoyo al desarrollo de las competencias STEM en los procesos de aprendizaje de los estudiantes, ReCIBE, Año 12 No 1, Mayo 2023.
- Coello Pisco S., Crespo Vaca T., Hidalgo Crespo J., Diaz Giménez D., El modelo STEM como recurso metodológico didáctico para construir el conocimiento científico crítico de estudiantes de Física. Revista Latinoamericana de Educación en Física Vol. 12, No.2, June 2018
- Floridi, L., & Chiriatti, M. (2020). GPT-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4), 681–694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- Gómez J. Resolución de problemas y tecnología en el desarrollo de la competencia STEM. Enseñar matemáticas: homenaje a los profesores Francisco Fernández y Francisco Ruiz. Universidad de Granada. Editorial Atrio 2018. 203-204.
- Hidalgo Castillo C. Exploración y visualización de datos en Educación Matemática con Jupyter y Python. Épsilon – Revista de Educación Matemática 2024, n° 118, 81-89.
- Jardon Gallegos M., Granizo Malusin J., Yaselga Auz W., Cocha Telenchana M. Impacto de los asistentes virtuales de inteligencia artificial en

- el rendimiento académico de estudiantes universitarios. *Revista Social Fronteriza* ISSN: 2806- 5913 doi: 10.59814 resofo. 2024.4(4)e338
- OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. <https://arxiv.org/abs/2303.08774>
  - Tedre, M., & Denning, P. J. (2021). Computational thinking. The MIT Press.
  - Rosario, P., Fuentes, S., Beuchat, M., Ramaciotti, A., Autorregulación del aprendizaje en una clase de la universidad: un enfoque de infusión curricular, *Revista de Investigación Educativa*, **34**, 31-49 (2016).
  - Subieta L. El uso de la inteligencia artificial en la investigación científica. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*. Vol. 26 no. 43 julio - diciembre 2024.
  - Velikova, E., Mierlus-Mazilu, I., Vasileva-Ivanova, R., & Georgieva, D. (2018). About the stem Education. *Proceedings of University of Ruse*, *57*, 10-14.
  - Wing, J.M. (2006). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *COMMUNICATIONS OF THE ACM* / Vol. 49, No. 3. <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>
  - Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366 (1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
  - Zapata Ross M. Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia*, 46(4). 15-Sept.- 2015 DOI: 10.6018/red/46/4

# **Análisis de la utilización de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y su relación con la resiliencia de estudiantes universitarios**

*María Inés Ragone,<sup>1</sup> Dolores Rexachs,<sup>2</sup> Cecilia Sanz<sup>3</sup>*

## **Resumen**

La resiliencia académica (RA) es definida como la habilidad multi-dimensional de adaptarse y superar obstáculos manteniendo la motivación académica. En este trabajo, se analiza cómo las tecnologías digitales, con foco en los de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA), mediadores de procesos educativos, se relacionan e impactan en la RA en estudiantes universitarios. Para ello, mediante una revisión sistemática de la literatura de artículos publicados entre 2019 y 2024, se seleccionaron y analizaron 41 estudios relevantes en la temática. Los resultados preliminares sugieren una relación positiva entre la RA y el uso de EVEA. Además, se desprende que, durante la pandemia de COVID-19, los estudiantes con alto rendimiento en el aprendizaje mediado por tecnologías digitales demostraron mayor RA. Se considera que la RA es clave para el éxito académico y el bienestar de los estudiantes, ya que facilita la adaptación y el manejo del estrés en entornos de aprendizaje a distancia.

## **1. Introducción**

En la actualidad, el éxito académico y el bienestar de los estudiantes universitarios presentan un gran reto, especialmente ante los cambios sociales y tecnológicos que continúan impactando en la educación superior. Uno de los factores claves que impacta en este contexto es la resiliencia académica (RA), constructo multidimensional

---

1. Cátedra de Farmacología. Farmacia. Facultad de Ciencias Exactas (UNLP). Especialización en Tecnología Informática aplicada en Educación. Facultad de Informática (UNLP). Mail: mariainesragone@biol.unlp.edu.ar.

2. Departamento de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Mail: dolores.rexachs@uab.es.

3. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Mail: csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

que es influenciado por varios factores tales como la personalidad, los talentos especiales y el temperamento [10]. Este proceso implica adaptarse, superar dificultades y mantenerse motivado frente a los retos académicos [18]. Además, requiere que se genere un ambiente de apoyo que promueva la capacidad de superar obstáculos en el camino hacia la graduación y la inserción laboral. En este sentido, la RA puede cuantificarse de maneras diversas, lo que impacta la validez de los estudios en el ámbito de la investigación cuantitativa [38]. Sin embargo, también refleja la necesidad de explorar nuevas estrategias como el uso de tecnología digitales, qué pueden aportar éstas para lograr los objetivos y valores de la universidad de formar buenas personas y grandes profesionales. En el contexto de la RA y su aplicación en entornos universitarios, es esencial

considerar el papel de la tecnología digital (TG). Es en este ámbito donde ha sido mostrado cómo la tecnología digital proporciona acceso a recursos de apoyo, facilita conexiones sociales y ofrece información sobre cómo enfrentar situaciones difíciles [19]. Las tecnologías digitales pueden mediar en los procesos educativos, ayudar a mejorar la RA y a superar obstáculos en el camino hacia la graduación y la inserción laboral [22].

Teniendo en cuenta estos antecedentes, este trabajo de investigación se propone explorar el impacto de la tecnología digital, y en particular los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA), en la RA de los estudiantes universitarios a través de un enfoque multidisciplinario que combina la psicología educativa, la tecnología de la información y la investigación educativa, mediante una revisión sistemática de literatura.

De aquí en más este trabajo se organiza de la siguiente manera: a) sección 2: metodología utilizada en la revisión sistemática, b) sección 3: resultados obtenidos y discusión de los mismos, c) sección 4: conclusiones.

## **2. Metodología**

Esta investigación se realizará a través de una revisión sistemática de literatura, que sigue la metodología de Kitchenham [27]. En primer lugar, se definieron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué evidencias existen sobre la relación entre el uso de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje y la resiliencia académica en estudiantes universitarios?

2. ¿Cuáles son los factores individuales, familiares y sociales que se han identificado como relevantes para la resiliencia académica en el contexto del uso de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje?
3. ¿Cómo contribuye la tecnología digital en el acceso a recursos de apoyo, conexiones sociales e información para enfrentar situaciones difíciles en estudiantes universitarios?
4. ¿Cuáles son los principales hallazgos en la investigación sobre la resiliencia académica, y qué contribuciones se han realizado para la comprensión del fenómeno?

Se definieron además los criterios de inclusión y exclusión para determinar el tipo de estudios a seleccionar y las bases de datos. La búsqueda sistematizada se realizó en inglés y español empleando cadenas de búsquedas conformadas por palabras claves, filtros y selección manual sobre títulos y resumen en base a los objetivos. Las bases de datos utilizadas fueron: IEEE Xplore, Scopus, PubMed, ERIC, PsycINFO, ACM

Digital Library, Crossref, Open Alex, Google Scholar, Scip, la revista especializada en educación y tecnología Computers & Education, y el repositorio de acceso abierto de la Universidad Nacional de La Plata (SEDICI). Se consideraron los artículos publicados en el período 2019-2024. Sobre los artículos encontrados (1730) se realizó una primera selección en base a la lectura de su título y resumen, con el fin de evaluar su pertinencia (quedando 127 artículos). Posteriormente, se realizó una segunda selección en base al cumplimiento de los criterios de inclusión/exclusión establecidos para esta revisión. Se seleccionaron entonces 39 estudios para su lectura y análisis. Además, se aplicó la técnica de *snowballing*, que implican la revisión de las citas y referencias de los artículos incluidos en la revisión sistemática, a partir de la cual se obtuvieron 24 artículos adicionales, de los cuales 2 de ellos fueron seleccionados para su análisis, ya que eran los únicos que aportaban de forma directa a las preguntas de investigación.

### **3. Resultados y Discusión**

En la Tabla 1 se muestran los artículos, ordenados alfabéticamente, y que han sido considerados en la presente investigación.



**Tabla 1: Artículos seleccionados para ser analizados  
en la presente revisión**

ID	Artículo	Ref	ID	Artículo	Ref
1	Abdolrezapour, P., & Ghanbari, N. (2023)	[1]	21	Kayun et al. (2023)	[24]
2	Aborujilah et al. (2022)	[2]	22	Khan, F., et al. (2022).	[25]
3	Aladini, F., et al. (2024).	[3]	23	King et al. (2021)	[26]
4	Amzil A. (2023)	[4]	24	Kornacki-Pietrzak, M., & Pietrzak, P. (2021).	[28]
5	Aprilia, S. N., et al. (2024).	[5]	25	Liem et al (2022)	[29]
6	Assi, E., & Rashtchi, M. (2022).	[6]	26	Liu, C., & Cao, Y. (2022).	[30]
7	Berestova, A., et al. (2022)	[7]	27	Lohner, S., et al. (2021).	[31]
8	Bozkurt, V. (2022).	[8]	28	López-García, G. D., et al. (2022).	[32]
9	Çakmak, F., et al. (2023).	[9]	29	Mbanefo, S., & Onuoha, C. F. (2022).	[33]
10	Casali, T., et al. (2022).	[11]	30	Md Ningaal et al. (2023)	[34]
11	Cassaretto, M., et al. (2024).	[12]	31	Morales-Rodríguez, F. M., et al. (2021).	[35]
12	Dorovolomo, J. (2022).	[13]	32	Nur Eva, et al. (2021).	[36]
13	El Awaisi, A., et al. (2024).	[14]	33	Rana, M. S., et al. (2023).	[37]
14	Elattar et al. (2024)	[15]	34	Salvo et al. (2019)	[39]
15	Eri, R., & Sari, R. P. (2021)	[16]	35	Sharma, R., et al. (2022).	[40]
16	Fathi et al. (2023)	[17]	36	Subedi & Subedi (2020)	[41]
17	Hafizh, M. M., et al. (2023).	[20]	37	Thipayasothorn et al. (2024)	[42]
18	Halimi et al. (2024)	[21]	38	Tiwari, S., et al. (2021).	[43]
19	Higuera-Zimbrón, A., & Rivera-Gutiérrez, E. (2022)	[22]	39	Warshawski, S., et al. (2022).	[44]
20	Hossain, E., et al. (2024).	[23]	40	Zalazar-Jaime, M. F., et al. (2021).	[45]
			41	Zayed, A. M. (2024)	[46]

Los resultados obtenidos de la revisión minuciosa de los artículos seleccionados en relación a las preguntas de investigación planteadas se organizan debajo por pregunta.

*Pregunta 1: Relación entre el uso de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y la resiliencia académica en estudiantes universitarios.*

Con el objetivo de evaluar la información brindada por los artículos para contestar esta pregunta, se categorizaron los mismos según el grado de conexión de la siguiente manera:

*Categoría 1: Investigación directa de la relación RA-EVEA:* Esta categoría la integran 3 artículos de los 41 analizados (7.32%). Estos trabajos investigan explícitamente cómo la RA se relaciona con experiencias, resultados o factores específicos dentro de un EVEA. Los principales aportes de cada uno de estos trabajos son:

La RA juega un papel importante en el proceso de aprendizaje en entornos virtuales manteniendo y mejorando el bienestar mental de los estudiantes [37].

La evaluación basada en el desempeño podría influir en la RA de manera diferente en clases virtuales en comparación con las presenciales [3].

El EVEA es el medio donde se observa la resiliencia en el aprendizaje [22].

*Categoría 2: Entorno Virtual como Contexto para el Estudio de la Resiliencia Académica:* Esta categoría la integran 17 artículos de los 41 analizados (41.46%). Estos trabajos estudian la RA en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje que se llevó de forma virtual, durante el contexto de la pandemia de COVID-19.

Los principales aportes de cada uno de estos trabajos son:

- a) Los estudiantes de alto rendimiento en el aprendizaje en un entorno virtual mostraron mayor RA, mientras que los de menor RA percibieron más las dificultades académicas [4, 44].
- b) Durante el aprendizaje en contexto virtual, la RA protege la salud mental de los estudiantes, predice el estrés en la enseñanza virtual forzada y se asocia positivamente con el rendimiento y el compromiso académico [12, 21, 33].
- c) La RA promueve el bienestar subjetivo de los estudiantes y el aprendizaje autorregulado en el EVEA durante situaciones estresantes [35, 11].
- d) El autoaprendizaje utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), junto con el capital social, ayudó a desarrollar resiliencia, reducir estrés y ansiedad, y facilitó la adaptación al aprendizaje remoto durante la crisis de la pandemia, favoreciendo la RA frente al cambio disruptivo impuesto por el cierre de las instituciones educativas [41, 13].
- e) El uso de EVEA potenció la RA al facilitar la comunicación, redu-

cir la ansiedad y fomentar la motivación y autoconfianza de los estudiantes [9].

- f) Estudiantes con mayor RA mostraron menor nivel de agotamiento académico [25].
- g) Los EVEA pueden ser un medio eficaz para implementar intervenciones destinadas a fortalecer la RA [30].

*Categoría 3: Relación Indirecta o Tangencial:* Esta categoría la integran 7 artículos de los 41 analizados (17.07%). Estos estudios abordan la RA o los EVEA, pero la conexión directa entre ambos es mediada por otras variables o se menciona de forma menos central [1, 8, 15, 17, 30, 36, 46].

*Categoría 4: Sin Relación Directa Evidente.* Esta categoría la integran 14 artículos de los 41 analizados (34.14%). Estos estudios no muestran una conexión clara o significativa entre la RA y el uso de EVEA.

Este análisis sugiere que la relación entre la RA y los EVEA es un campo aún en desarrollo, dado que solo un pequeño porcentaje de estudios (7.32%) investiga explícitamente esta conexión dejando un campo fértil para ser explorados en el futuro. Sin embargo, aquellos estudios que la abordan destacan que la RA juega un rol importante en el aprendizaje en contextos virtuales, mejorando el bienestar mental y la adaptación de los estudiantes. Al mismo tiempo, la mayoría de los estudios (41.46%) analiza la RA en el contexto de la enseñanza virtual, especialmente durante la pandemia de COVID-19, sugiriendo que la RA facilita la adaptación y el rendimiento académico en situaciones estresantes tales como el aislamiento. En este sentido, la RA se destaca como un factor protector frente al estrés y agotamiento en el EVEA. Sin embargo, es importante considerar la posible influencia inversa dado que este efecto puede reducir los recursos de afrontamiento y la adaptación de los estudiantes, impactando en su RA. Además, alrededor del 17% aborda la relación de manera indirecta y un 34.14% de los estudios no muestra una relación clara entre ambas variables. Esto sugiere que, aunque la RA tiene un impacto positivo en el aprendizaje mediado por tecnologías digitales, especialmente con EVEA, la investigación sobre esta conexión aún es escasa.

*Pregunta 2: Factores relevantes para la RA en el contexto de EVEA*

En respuesta a esta pregunta, los artículos analizados identifican diversos factores individuales relevantes para la RA en el contexto del EVEA tales como: la autoeficacia [2, 3, 12, 15, 17, 27], la motivación [2, 3, 9, 31], las metas personales [3], las características de personalidad [11], las estrategias de afrontamiento [30] y la autoconciencia (desarrollada por la autoevaluación) [3, 27, 39]. También se muestra la influencia de factores sociales donde se destaca el apoyo y acompañamiento docente [3, 9, 20, 31], el contacto social con compañeros [13, 45], las expectativas en el entorno escolar, el capital social (entendido como la inversión en relaciones sociales con expectativas de retornos) [13] y el apoyo social percibido [12, 15, 17, 45, 46]. El entorno familiar se asocia con las expectativas del hogar y las redes de apoyo social en varios artículos. Algunos autores abordan la influencia de los padres en la educación a distancia. Si bien esto denota la relevancia del entorno familiar, no se profundiza en el estudio de estos factores como predictores de la RA en el contexto del aprendizaje mediado por tecnologías digitales [13, 41].

*Pregunta 3: Contribución de la tecnología digital en el acceso a recursos de apoyo, conexiones sociales e información para enfrentar situaciones difíciles en estudiantes universitarios:* Los principales hallazgos que se desprenden de los artículos seleccionados para esta revisión son los siguientes:

- Acceso a recursos digitales: La TG facilita el acceso a recursos educativos como bibliotecas digitales y cursos virtuales desde cualquier lugar [2, 6, 7, 15, 17, 22, 36, 41].
- Adaptación durante la pandemia: La TG garantizó la continuidad de los estudios durante la pandemia [6, 8, 9, 12, 15, 16, 17, 22, 28, 32, 34, 36, 41, 44, 46].
- Plataformas de comunicación: la TG permitió la comunicación bidireccional entre estudiantes y profesores, promoviendo el intercambio de ideas y la administración de cursos virtuales [3, 9, 16, 22, 26, 27, 45].
- Desarrollo de la resiliencia digital: La TG ayudó a los estudiantes a superar obstáculos tecnológicos y persistir en el aprendizaje, especialmente aquellos con conocimientos previos [16, 27, 40, 46].
- Apoyo entre pares: Promovió el acceso al apoyo entre pares para resolver problemas técnicos ante la falta de asistencia institucional [6, 13, 14, 26, 27, 44].
- Resiliencia social: Promovió el uso de diversas plataformas para

facilitar relaciones sociales, mostrando su capacidad de adaptación [9, 13, 16, 23].

- Mitigación de la soledad: TG promovió el apoyo social a través de plataformas digitales ayudaron a reducir la soledad durante períodos de distanciamiento físico [13, 14, 23, 45].
- Apoyo socioemocional: La TG en la educación virtual facilita el apoyo socioemocional, el cual tiene un mayor impacto en la satisfacción académica que el apoyo informativo [8, 13, 23, 45, 46]. La TG fue clave en situaciones estresantes como el asilamiento durante la pandemia de COVID-19, dado que permitió a los estudiantes universitarios acceder a recursos educativos esenciales y mantener la continuidad pedagógica. Las plataformas de comunicación entre docentes y estudiantes ayudaron a conservar la conexión académica, no solo por permitir el acceso a los recursos educativos sino también por ser un espacio de interacción social y académica. Es por esto que la tecnología, en particular los EVEA [9, 22], ayudó a fomentar la resiliencia social al impulsar la interacción entre compañeros, fortaleciendo el apoyo mutuo y creando un sentido de comunidad en medio del distanciamiento físico. También, el acceso a herramientas y plataformas digitales mejoró la satisfacción académica y el bienestar de los estudiantes al ofrecer un respaldo emocional durante el proceso de adaptación al aprendizaje virtual, ayudando a enfrentar las dificultades propias de este cambio.

*Pregunta 4: Principales hallazgos en la investigación sobre RA y contribuciones a la comprensión del fenómeno:*

Para responder a esta pregunta, se enfocan aquí específicamente las contribuciones de la RA en relación con la TG. Las mismas se detallan en la Tabla 2

**Tabla 2: Principales hallazgos sobre la RA**

Aspecto analizado	Descripción del aporte	ID
Resiliencia académica durante la pandemia	La RA fue crucial para que los estudiantes universitarios enfrentaran los desafíos de la virtual durante la pandemia de COVID-19.	4, 6
Resiliencia digital	Introducción del concepto de resiliencia digital, definido como la capacidad de los estudiantes para superar dificultades tecnológicas y persistir en el aprendizaje en contexto virtual.	15

Relación entre competencia digital y resiliencia	Los estudiantes con conocimientos previos en tecnología digital encontraron que esto les favoreció durante la transición al aprendizaje en contexto virtual.	15
Educación remota de emergencia	La crisis educativa evidenció la necesidad de estrategias para fortalecer la resiliencia de las instituciones de educación superior y sus servicios.	8
Impacto del aprendizaje a distancia	El aprendizaje a distancia organizado por las universidades y el diseño de actividades propuesto promovió la RA de los estudiantes.	15
Fortalecimiento del bienestar cibernético	Se exploraron estrategias para mejorar el éxito académico durante la virtualidad y el bienestar cibernético de los estudiantes mediante la resiliencia digital.	15
Apoyo docente y compromiso académico	La percepción del apoyo a la autonomía por parte de los docentes se relacionó con el compromiso académico de los estudiantes, considerando también su resiliencia.	29
Resiliencia y estrés académico	La resiliencia puede moderar el impacto del estrés académico, ayudando a los estudiantes a sobrellevar desafíos tecnológicos y nuevos métodos de estudio en el aprendizaje virtual.	17
Inclusión digital y salud mental	La capacidad de usar tecnologías digitales efectivamente se relaciona con la resiliencia, el apoyo social y la autoeficacia académica en la salud mental de los estudiantes.	11

La RA en entornos digitales ha cobrado importancia en el contexto de la educación en contexto virtual, especialmente en el período revisado en este trabajo. Recientes investigaciones han demostrado cómo las habilidades digitales de los estudiantes, junto con el apoyo de las instituciones, son clave para la adaptación y el éxito en este tipo de entornos. La tecnología no solo abre las puertas a recursos y plataformas de aprendizaje, sino que también es el puente entre la resiliencia académica y el apoyo social. La inclusión digital se presenta como un punto fundamental dado porque permite a los estudiantes conectarse con redes de apoyo, interactuar con sus compañeros y docentes, y manejar mejor los retos académicos. Estos hallazgos resaltan la importancia de un enfoque integral que combine habilidades digitales, apoyo institucional y resiliencia social para impulsar el bienestar y el éxito académico de los estudiantes, sobre todo en situaciones de aprendizaje a distancia.

## Conclusiones

Esta revisión aporta información sobre cómo se relacionan, especialmente en los contextos de crisis, la resiliencia académica (RA) y los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA). Este análisis muestra una conexión positiva entre ambos y remarca la importancia de la RA para el éxito académico y el bienestar de los estudiantes. En este sentido, la RA favorece a los estudiantes universitarios a adaptarse, manejar el estrés y superar dificultades emocionales y tecnológicas en el marco de las clases virtuales. Además, factores personales como la autoeficacia, la motivación y las estrategias de afrontamiento fortalecen aún más la RA en entornos virtuales. Adicionalmente, el apoyo de los docentes y la interacción con compañeros juegan un papel fundamental en este proceso. Sin embargo, aunque la tecnología digital y el respaldo institucional son esenciales para fomentar el bienestar y el rendimiento académico, los estudios que abordan de manera directa cómo los EVEA afectan específicamente la RA son escasos y dejan líneas de investigación que se presentan como terreno fértil para nuevos enfoques. Este hallazgo evidencia la necesidad de explorar estos temas en profundidad. Del mismo modo, la inclusión y la competencia digital son elementos indispensables para mejorar la RA y promover la salud mental de los estudiantes en el aprendizaje a distancia. En trabajos futuros se avanzará sobre estas líneas de investigación, en particular, en la profundización de la relación entre EVEA y RA.

## Referencias

1. Abdolrezapour, P., & Ghanbari, N. (2023). Self-efficacy, resilience, and students' academic motivation. *PLoS ONE*, 18(11), e0292836.
2. Aborujilah, E. Y., Al-Alawi, D. A., Al-Hidabi, A., & Al-Othmani, A. Z. (2022). Exploring critical challenges and factors influencing e-learning systems security during COVID-19 pandemic. 2022 International Conference on Intelligent Technology, System and Service for Internet of Everything (ITSS- IoE), Hadhramaut, Yemen, 1-5.
3. Aladini, F., et al. (2024). The impact of performance-based assessment and teacher support on EFL learners' academic resilience, motivation, test-taking strategies, and personal best goals in online and actual classes. *Asian Journal of Second and Foreign Language Education*, 9(1), 5-20.
4. Amzil, A. (2023). Academic resilience and its relation to academic achievement for Moroccan university students during the COVID-19 pandemic. *International Education Studies*, 16(1), 1-10.

5. Aprilia, S. N., et al. (2024). Exploring the relationships between student perceptions of learning management systems and learning outcomes in higher education. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(3), 1066-1075.
6. Assi, E., & Rashtchi, M. (2022). Development and validation of the adaptation of perceived parental rejection scale questionnaire (APPRSQ) for Iranian EFL learners in virtual classes. *Asian Journal of Second and Foreign Language Education*, 7(1), 17-25.
7. Berestova, A., et al. (2022). Challenges and prospects of using multimedia technologies in teaching foreign languages in higher education. *The Electronic Journal of e-Learning*, 20(2), 203-211
8. Bozkurt, V. (2022). A systematic review of empirical studies on online learning during the COVID-19 pandemic: Insights into learner characteristics, course design, interaction, technology use, and assessment. *Asian Journal of Distance Education*, 17(1), 1-43.
9. Çakmak, F., Ismail, S. M., & Karami, S. (2023). Exploring the relationships between self-appraisal, academic resilience, academic motivation, test-taking strategies and test anxiety in EFL learners within a Telegram-based learning environment. *Language Testing in Asia*, 13(1), 20-35.
10. Campbell Sills, L., Cohan, S. L., & Stein, M. (2006). Relationship of resilience to personality, coping, and psychiatric symptoms in young adults. *Behaviour Research and Therapy*, 44(4), 585–599.
11. Casali, T., et al. (2022). The integrated self-regulated learning model in the Italian academic context during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 12(10), 677-690.
12. Cassaretto, M., Espinosa, A., & Chau, C. (2024). Effects of resilience, social support, and academic self- efficacy on mental health among Peruvian university students during the pandemic: The mediating role of digital inclusion. *Frontiers in Psychology*, 15, 1282281.
13. Dorovolomo, J. (2022). Social norms, trust and confidence in emergency remote learning during COVID-19: Pacific student voices. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 19(1), 1-16.
14. El Awaisi, A., et al. (2024). Pharmacy students' perceptions and experiences of online learning during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 16(5), 601-609.
15. Elattar, N. F., Zaki, H. N., & Barakat, M. M. (2021). Effect of online learning on psychological well-being, academic resilience, and self-efficacy of students during the COVID-19 pandemic. *Zagazig Nursing Journal*, 1(1), 1-10.
16. Eri, R., & Sari, R. P. (2021). Academic resilience of students during the COVID-19 pandemic in terms of adversity, family support, and self- efficacy. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 10(3), 443-453.
17. Fathi, L., Bakhtiarpour, S., & Mahdad, A. (2023). The association between parental academic support and students' academic well-being: The mediating role of academic resilience. *Educational Research in Medical Sciences*, 13(1), e149401. <https://doi.org/10.5812/ermsj-149401>



18. Fletcher, D., & Sarkar, M. (2003). A review and critique of definitions, concepts, and theory. *European Psychologist*, 18(1), 12–23
19. Fulantelli, G., Taibi, D., Scifo, L., Schwarze, V., & Eimler, S. C. (2022). Cyberbullying and cyberhate as two interlinked instances of cyber-aggression in adolescence: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13.
20. Hafizh, M. M., et al. (2023). Academic resilience, social support, and academic stress among students during the COVID-19 pandemic. *Psychology and Education Journal*, 60(1), 307-314.
21. Halimi, S. N., Mirzaei, A., Rowett, D., & Luetsch, K. (2024). An investigation of academic resilience, resilience, and empathy in pharmacy students: Implications for pharmacy education. *Pharmacy Education*, 24(1), 226-237.
22. Higuera-Zimbrón, A., & Rivera- Gutiérrez, E. (2022). Academic performance in virtual learning environments in the context of the COVID-19 pandemic. *ECORFAN Journal-Spain*, 9(16), 1-10.
23. Hossain, E., Cox, A. L., Dowthwaite, A., & Rogers, Y. (2024). Hybrid expectations: First-year undergraduates adapting to a blended university experience. *PACM on Human-Computer Interaction*, 8(CSCW1), 1-24.
24. Kayun, R., Limbu, R., & Wijaya, R. P. (2023). Relationship between academic resilience with academic stress in online learning among college students in Kupang City. *Journal of Health and Behavioral Science*, 5(1), 107-117.
25. Khan, F., et al. (2022). Rethinking engineering education policy, pedagogy, and assessment during crises. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6), 3483-3494.
26. King, I., Saxena, C., Pak, C.-M., Lam, H., & Cai, H. (2021). Rethinking engineering education: Policy, pedagogy, and assessment during crises. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 174-184.
27. Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., y Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(1), 7–15.
28. Kornacki-Pietrzak, M., & Pietrzak, P. (2021). New translator training environments: Towards improving translation competence and translator self-efficacy. *New Voices in Translation Studies*, 24, 67-87.
29. Liem, K., Keraf, M. K. P., & Takalapeta, T. (2022). Academic resilience of university students against online learning in the Covid-19 pandemic. *Journal of Health and Behavioral Science*, 4(3), 430-445.
30. Liu, C., & Cao, Y. (2022). Stress, social support, and academic burnout among college students during the COVID-19 pandemic: The mediating role of resilience. *Frontiers in Public Health*, 10, 938132.
31. Lohner, S., et al. (2021). Promoting daily resilience during the COVID-19 pandemic: A smartphone- based intervention study. *Internet Interventions*, 24, 100371.
32. López-García, G. D., Carrasco- Poyatos, M., Burgueño, R., & Granero-

- Gallegos, A. (2022). Teaching style and academic engagement in pre-service teachers during the COVID-19 lockdown: Mediation of motivational climate. *Frontiers in Psychology*, 13, 992665.
33. Mbanefo, S., & Onuoha, C. F. (2022). Strategic planning for educational resilience through students' learning outcomes in Nigerian universities. *International Journal of Higher Education*, 11(5), 94-104.
  34. Md Ninggal, M. T., Omar, R., & Ismail, A. (2023). Are newly undergraduates self-directed, resilient, and skillful during online learning? *Proceedings of the 0th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2023)*, 1-8.
  35. Morales-Rodríguez, F. M., et al. (2021). Perceived stress and coping strategies in university students during the COVID-19 pandemic: Design of an artificial neural network. *Frontiers in Psychology*, 12, 633428.
  36. Nur Eva, et al. (2021). Academic resilience and subjective well-being of students during the COVID-19 pandemic: A systematic literature review. *Proceedings of the ICoPsy*, 1(1), 1-10.
  37. Rana, M. S., et al. (2023). Exploring the mediating role of academic resilience between online learning process and mental well-being of university students during COVID-19. *Frontiers in Psychology*, 14, 1212876.
  38. Rudd, G., Missel, K., & Meyer, F. (2021). Measuring academic resilience in quantitative research: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 34, 100402.
  39. Salvo, S. G., Shelton, K., & Welch, B. (2019). African American males learning online: Promoting academic achievement in higher education. *Online Learning*, 23(1), 22-36.
  40. Sharma, R., Bhati, D., & Kumar Chaudhary, K. (2022). Development and validation of a digital literacy framework for higher education institutions in the South Pacific region. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1149-1172.
  41. Subedi, D., & Subedi, R. (2020). Practicing self-learning of ICT for resilience amidst the COVID-19 pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(18), 42-52.
  42. Thipayasothorn, P., Chaichana, A., & Phetsinchorn, A. (2024). Classroom management as a virtual world for creating a professional teaching environment. *2024 9th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, Cha-am, Hua Hin, Thailand, 1-5.
  43. Tiwari, S., et al. (2021). Online teaching-learning process: Students' perception and satisfaction during the COVID-19 pandemic. *Asian Journal of Medical Sciences*, 12(5), 148-155.
  44. Warshawski, S., et al. (2022). Nursing faculty experiences with teaching during the COVID-19 pandemic: Challenges and coping strategies. *Nurse Education in Practice*, 62, 103372.
  45. Zalazar-Jaime, M. F., et al. (2021). Perceived social support and psychological well-being in Argentinean university students: The mediating role of academic self-efficacy. *Frontiers in Psychology*, 12, 630127.

46. Zayed, A. M. (2024). Digital resilience, digital stress, and social support as predictors of academic well-being among university students. *Journal of Education and Training Studies*, 12(3), 60-74.

# Experiencias con juegos y aplicaciones educativas usando diferentes paradigmas de IPO con escuelas secundarias

*Cecilia Sanz,<sup>1</sup> Verónica Artola<sup>2</sup>*

## Resumen

Este trabajo se enfoca en describir las experiencias que se llevan a cabo con desarrollos que se enmarcan en un proyecto de I+D del Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata. El proyecto está vinculado al área de Tecnología Informática aplicada en Educación. Los desarrollos realizados consisten en juegos serios o experiencias educativas interactivas para abordar diversos temas, que integran diferentes modelos de interacción entre personas y computadoras. Se describen aquí algunos juegos creados y las opiniones de estudiantes (mayoritariamente de escuelas secundarias) que los utilizan, con sus preferencias sobre los modelos de interacción que más les atraen, y algunos resultados en relación a los aprendizajes y sobre lo que destacan de estos proyectos. Se observa la elección de los paradigmas de interacción tangible, el uso del cuerpo, y la realidad virtual por parte de estos estudiantes. Asimismo, se registran opiniones de motivación, con emociones positivas respecto de estas propuestas.

**Palabras Clave:** juegos serios educativos, experiencias interactivas, paradigmas de interacción persona-ordenador, interacción tangible, educación

## 1. Introducción

Los juegos serios educativos son foco de investigación desde hace varios años [1, 2, 3, 4]. El diseño de estos juegos trasciende el entretenimiento, ya que tienen propósitos específicos tales como la educación, la formación, la investigación y la sensibilización social [1]. Según

---

1. Instituto de Investigación en Informática LIDI (III LIDI), Facultad de Informática (UNLP). Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Mail: csanz@lidi.info.unlp.edu.ar.

2. Instituto de Investigación en Informática LIDI (III LIDI). Mail: vartola@lidi.info.unlp.edu.ar.

Do Nascimento et al. [5], es importante integrar juegos serios en el aula, no solo para crear un entorno atractivo para los estudiantes, sino para el desarrollo integral de habilidades. En [5] se menciona, citando a [6], que: *“El entorno seguro y comunicativo que ofrecen este tipo de juegos permite a los jugadores explorar diferentes formas de ser y actuar, con lo que se promueve un desarrollo cognitivo que impacta positivamente en su creatividad y bienestar emocional”* (p. 3).

Al mismo tiempo, a este tipo de juegos se le suman las posibilidades de las experiencias interactivas, y en muchos casos inmersivas, que hoy suelen encontrarse en exposiciones, museos, espacios de ciencia, zoológicos, entre otros. Dichas experiencias acompañan y promueven el aprendizaje en situaciones de educación no formal o informal, dependiendo del caso. Complementan lo trabajado en la escuela, a través de visitas de grupos de estudiantes, talleres y actividades que promueven el aprender haciendo, descubriendo o construyendo. En [7] se menciona que: *“En contextos informales de aprendizaje [...] se trata, además, de que suceda una actividad socialmente significativa que facilite, entre otros, el dominio de herramientas culturales para la comunicación y la cognición [...]. Y también de que se realice un proceso que siempre es activo, distribuido y situado social, cultural e históricamente [...] y que, además, atañe tanto al desarrollo de la identidad como al dominio del conocimiento y habilidades prácticas [...]”*.

En el III-LIDI se vienen investigando diferentes paradigmas de interacción y sus posibilidades y barreras en la creación de experiencias educativas interactivas. Se utilizan sensores, diferentes dispositivos como cámaras, microcontroladores, móviles y computadoras de escritorio generando un entramado que posibilita diferentes experiencias innovadoras [8, 9, 10]. Esto trae aparejado atender a la complejidad de escenarios híbridos y distribuidos con desafíos desde la Ingeniería de Software, y al mismo tiempo, del diseño para alcanzar la creación de experiencias educativas atractivas y con impacto en el aprendizaje. Se han creado, como fruto de la investigación y atendiendo a necesidades educativas concretas, juegos basados en interacción tangible sobre una mesa interactiva, algunos orientados a temas de matemática [11], otros al desarrollo de la creatividad, a alimentación saludable [10], etc. También, se desarrollaron juegos basados en realidad aumentada [12, 13] y virtual [14], y al mismo tiempo, se han creado experiencias que combinan, en un ambiente inmersivo, diferentes paradigmas. Para el desarrollo de los juegos se trabaja con un equipo interdisciplinario, se utilizan técnicas de co- diseño con los *stakeholders*, y en varios casos se apela al diseño

participativo [10, 13]. En este artículo se presentan algunos ejemplos de los juegos creados y de las dinámicas en las que se integran en talleres y/o visitas con estudiantes de escuelas secundarias al Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica<sup>3</sup> (CIyTT) donde se pueden vivenciar dichos juegos y experiencias.

Se diseñó una encuesta que permite indagar la preferencia de los estudiantes respecto de los paradigmas de interacción según la experiencia vivida, y también se consulta sobre las emociones que les generan. En este artículo se aportan resultados en relación a esta encuesta y se analizan y discuten para iluminar la toma de decisiones respecto de temas de diseño para futuros desarrollos.

De aquí en más este artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 introduce diferentes antecedentes que aportan al trabajo en cuestión, la sección 3 describe algunos de los juegos serios educativos o experiencias diseñadas que se utilizan en talleres o actividades con estudiantes, la sección 4 presenta las preguntas y respuestas dadas por los estudiantes en el marco de una encuesta con un análisis de estos resultados; finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones del trabajo.

## **2. Antecedentes**

Desde hace varios años en el III-LIDI se investiga sobre la temática de juegos serios y se cuenta con un proyecto acreditado, donde se trabaja en la línea de IPO y educación. Es en este contexto en el que se vienen estudiando diferentes antecedentes a través de revisiones sistemáticas de literatura, y otras metodologías para explorar el estado del arte, abordar buenas prácticas y aportar en el tema.

En [1] se afirma que los primeros juegos serios fueron creados con el objetivo de entrenar a las personas en tareas particulares, y luego aparecieron juegos cuyo fin es concientizar acerca de una problemática. Con el tiempo, los ámbitos en los que se aplican los juegos serios han ido creciendo [15]. Si se pone el foco específicamente en el escenario educativo, el juego serio debe elegirse correctamente en base al dominio y al grupo de estudiantes, ya que su objetivo se vincula con el aprendizaje. Así, si se desea desarrollar un nuevo juego serio, resulta importante tener en cuenta el perfil de los estudiantes, que lo utilizarán [1].

Además, debido a que el juego serio es creado para ser utilizado

---

3. Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica: <https://ciytt.info.unlp.edu.ar/>

dentro de una propuesta pedagógica, es deseable que los docentes también participen del proceso de diseño y desarrollo. El juego tiene que cumplir adecuadamente con su objetivo educativo, para que pueda ser integrado en el proceso de enseñanza y aprendizaje, es decir debe agregar valor a este proceso [1, 3, 15, 16].

Se han analizado varias experiencias educativas con juegos serios. En un trabajo de especialización reciente se ha indagado el uso de juegos serios educativos para el área de matemática en educación secundaria [17]. En [18] se ha estudiado el uso de videojuegos serios para la evaluación sigilosa, por ejemplo, de rasgos de personalidad. En [1] se exploraron antecedentes de autores relevantes como [3, 4, 15, 16] que aportan aspectos clave y metodologías para el diseño y creación de juegos serios.

En cuanto al área de IPO y educación, los autores trabajan en la temática y cuentan con publicaciones en el área donde se exponen antecedentes de diferentes paradigmas y modelos de interacción. Tal es el caso de [12], donde se presentan antecedentes de uso de realidad aumentada para crear experiencias lúdico educativas, y se describe el juego serio EmpoderAR. También, se presentan experiencias basadas en interacción tangible (IT) con foco en sus posibilidades de crear entornos multimodales, multiusuario, colaborativos y basados en el uso de objetos físicos. En [19] se describen algunas experiencias educativas basadas en IT con diferentes potenciales beneficios.

Este artículo se posiciona en estas temáticas, y describe diferentes juegos serios educativos creados en el contexto de la investigación mencionada y que hoy están siendo utilizados por estudiantes (mayormente de secundaria) que se acercan al Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad de Informática. Los juegos serios creados capitalizan buenas prácticas encontradas en la literatura revisada, y buscan avanzar sobre las necesidades educativas encontradas en diferentes escenarios educativos. Se abordan dos tipos de modalidades con los juegos: 1. A manera de visita a las salas interactivas del CIyTT, donde se da un aprendizaje informal; 2. Con talleres o actividades focalizadas programadas con docentes a cargo, y trabajo con uno de los juegos específicamente (esto vinculado a propuestas de aprendizaje formales o no formales). Los estudiantes en ambos casos, y en forma voluntaria, contestan una encuesta en la que expresan sus opiniones. En las próximas secciones se avanza sobre estos últimos puntos.

### 3. Desarrollo de Juegos Serios Educativos y Experiencias interactivas

En el CIyTT se han creado dos salas interactivas que presentan diferentes proyectos. Una está orientada a contar y reconocer aportes de innovadores de la Ciencia Informática. En particular, de mujeres que han sido pioneras de esta ciencia y que contribuyeron a su desarrollo. Esta sala busca inspirar a los jóvenes a acercarse a la ciencia y la tecnología de una manera diferente. Otro sector de la sala se ha destinado a juegos serios vinculados a trabajar el área de aprendizaje para la salud, en particular, se abordan temas de alimentación saludable y nutrición, y sobre la importancia de la actividad física. La otra sala presenta ejemplos de diferentes paradigmas de interacción, cada uno de los juegos o experiencias tiene una intencionalidad educativa particular. Por ejemplo, una de las actividades de la sala busca fomentar la creatividad a partir de la creación de murales interactivos usando objetos físicos. Se utilizan en ese proyecto las bases de la IT con una mesa interactiva, y ayuda a explicar a los estudiantes las potencialidades de este paradigma. Otro de los proyectos se basa en conocer sobre la importancia de la energía radiante en la fotosíntesis y permite ver una simulación del crecimiento de una planta a partir de enfocar con luz (simulando el sol) sobre una maceta. A continuación se describen algunos de estos juegos o experiencias.

#### 3.1. *EmpoderAR*

EmpoderAR [12] es un juego serio de realidad aumentada, y se propone dar a conocer a algunas mujeres que han sido innovadoras en la historia de la Informática. El juego se orienta a jóvenes, y también a público interesado en general.

Se juega con una línea de tiempo que es aumentada a partir del juego, que está disponible para dispositivos móviles con Android. Una vez que se tiene instalada la aplicación, al abrir EmpoderAR se puede enfocar con la cámara del dispositivo móvil a la línea de tiempo, y se verá que algunos personajes se aumentan. Al hacer “tap” sobre el aumento se pueden conocer, a través de una escena con micro-relatos, algunos de los aportes de 4 mujeres innovadoras. Luego, se pueden responder a dos trivias por cada una de ellas. El objetivo del juego es ganar los trofeos correspondientes a cada trivía. La Figura 1 muestra una imagen de este juego.





Figura 1 – Juego serio EmpoderAR. Aumento con caricaturas de dos de las mujeres: Grace Hopper y Hedy Lamarr. Una de ellas muestra el estado del juego con dos trofeos ganados

### 3.2. *FraccionAR*

FraccionAR<sup>4</sup> [11] es un juego serio basado en IT sobre una mesa interactiva. El objetivo de FraccionAR es que los alumnos comprendan el concepto de fracciones, de una manera lúdica. El diseño ha considerado las bases conceptuales sobre IT y juegos serios. Se fundamenta en que las manipulaciones físicas en conjunto con la información multimedial (visual y auditiva), propias del mundo digital, favorecen la comprensión de conceptos abstractos, y a su vez, reducen la carga cognitiva de la interacción para concentrarse en la tarea a resolver.

En el caso de FraccionAR, se aborda el tema de fracciones, y sus distintas representaciones, lo que resulta de dificultad para los alumnos de nivel primario y primeros años de secundaria por el nivel de abstracción que involucra. Cada jugador cuenta con juguetes físicos que representan una pizza y un chocolate. La pizza y el chocolate se componen de diferentes porciones (un total de 6 porciones conforman la pizza entera, y un total de 8 porciones un chocolate entero). A lo largo del juego, se le va solicitando a cada jugador que asocie fracciones con la cantidad adecuada de porciones de pizza o de chocolate, según corresponda.

La dinámica del juego plantea una competencia por tiempo donde 2 jugadores (que también podrían ser 2 equipos) responden a los desafíos que se le presentan en la superficie de la mesa interactiva (asociaciones de porciones con la representación numérica de una fracción), sumando puntos al responder de forma correcta (Figura 2).

---

4. FraccionAR: <https://shorturl.at/zxG0c>

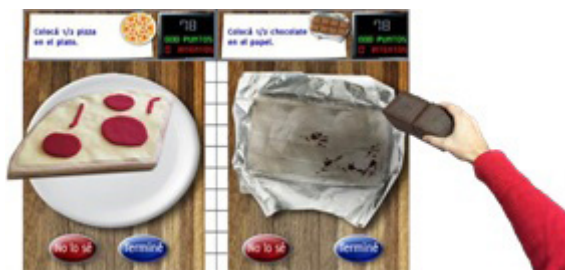


Figura 2 – Interfaz del juego FraccionAR

### 3.3. HuVi

“Huellas Patrimoniales”<sup>5</sup> es un programa de extensión de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNLP y en el que se coopera desde la Facultad de Informática, en particular desde el III-LIDI. Tiene como objetivo llevar los Sitios Patrimonio de la Humanidad declarados por la UNESCO a niños, niñas y adolescentes de Argentina con la tecnología de realidad virtual como mediadora. En este contexto se ha desarrollado HuVi (Huellas Virtuales), se trata de un juego educativo de realidad virtual para dispositivos móviles y PC desarrollado por la Facultad de Informática. En la actualidad se crearon 3 versiones de HuVi. La primera ofrece un recorrido por el Parque Nacional Iguazú, la segunda por los parques de Ischigualasto y Talampaya y, su versión más reciente, invita a recorrer la Casa Curutchet y el Tango [14]. En los tres HuVi se combina el uso de nuevas tecnologías con contenidos de carácter educativo, lúdico y recreativo, para ofrecer a las y los niños y jóvenes la posibilidad de hacer un recorrido virtual por los patrimonios naturales y culturales emblemáticos de la Argentina. Además, se resuelven desafíos que permiten ir ganando “huellas”. Esto forma parte de la dinámica del juego, que busca atrapar al jugador y motivar para aprender jugando. La Figura 3 muestra una imagen de HuVi Ischigualasto y Talampaya (izquierda) y de un taller en donde se trabajó el tema del patrimonio (derecha).

5. Huellas patrimoniales: <https://www.huellaspatrimoniales.econo.unlp.edu.ar/>



Figura 3 – Izq. Imagen de HuVi Ischigualasto y Talampaya;  
Der. Taller con niños usando las gafas

### 3.4. Otras experiencias

Se mencionan aquí, brevemente, algunos ejemplos de otras experiencias que se han diseñado y están presentes en el CIyTT.

**Fotosíntesis interactiva:** se utiliza para aprender sobre la fotosíntesis. El proyecto consiste en regar una maceta para hacer crecer una planta virtual, y darle energía radiante para mejorar su crecimiento. Se trabaja con varios sensores, un microcontrolador, para la interacción y se aplican técnicas de mapeo de proyecciones para mostrar las etapas de crecimiento de la planta.

**Mascota interactiva “Indy Bob”,** creada en el contexto de una convocatoria de proyectos de innovación con alumnos de la facultad. En este desarrollo se toman las bases de la investigación en el tema de interacción tangible se combina con cuestiones relacionadas a narrativas digitales, juegos serios y el uso de objetos activos con sensores y actuadores. La mascota presenta desafíos solicitando a los jugadores que acerquen un alimento a su plato que cumpla con determinadas características nutricionales. Ejemplo: “dame un alimento que tenga vitamina B12 y calcio”. Se deja al lado de la mascota una canasta con alimentos de juguete para poder responder a los desafíos. Hay alimentos que no son respuesta de ningún desafío y funcionan como distractores [10]

**Cuadro Interactivo de Grace Hopper [20]:** esta experiencia es otra de las apuestas para acercar historias de mujeres que han sido innovadoras de la disciplina Informática y que inspiran a los jóvenes de hoy. El proyecto de cuadro interactivo toma las investigaciones del área de IT, utiliza sensores, una Raspberry Pi y actuadores. Permite a través de objetos como una canilla y una cuerda que enciende una luz, contar la historia del surgimiento del término “bug” para la Informática y los inicios del concepto de compilador.

#### 4. Resultados y discusión

A lo largo de los últimos dos años se ha administrado una encuesta en la mayoría de las visitas de escuelas secundarias al CIyTT y también en los talleres que se realizan. De esta encuesta se presentan aquí los resultados en relación a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué fue lo que más te gustó de esta actividad? ¿Por qué?;
2. ¿Qué te gustó de los proyectos?;
3. ¿Qué forma de interacción te gustó más?;
4. ¿Qué cosas sentís que aprendiste en esta actividad a través de los proyectos que usaste?;
5. ¿Cuál sería la emoción que prevaleció mientras jugabas con los proyectos del CIyTT? Aquí debían elegir 2 emociones que mejor describan su experiencia.

En total la encuesta fue respondida por 153 estudiantes, aunque quiénes han transitado por el CIyTT son muchos más estudiantes. Sin embargo, la encuesta no es obligatoria, e incluso cada pregunta es voluntaria, por lo que no todos contestaron el total de preguntas. En cada subsección se abordan los resultados de cada respuesta de manera principalmente cualitativa, y una breve discusión.

##### *1. ¿Qué fue lo que más te gustó de esta actividad? ¿Por qué?*

Los estudiantes resaltaron los siguientes puntos con alta concordancia:

– El juego Murales: muchos indicaron que resultaba interesante y divertido este juego y la forma de trabajo con los objetos. Por ejemplo, un estudiante dijo: *“el mural interactivo fue lo que más me gustó porque era divertido”*; *“La mesa para dibujar, porque era entretenida”*.

– La realidad virtual también fue seleccionada como alta frecuencia, con frases como: *“El paseo por la casa Curuchet con realidad virtual. Me parece una muy buena idea de acercar parte de la historia de nuestra Ciudad y destacar nuestro patrimonio.”*; *“La actividad con las gafas de realidad virtual, ya que me gustó la manera de aprender jugando”*.

– Expresiones más generales: *“Todo, pero los juegos fueron muy motivadores junto a los diferentes proyectos”*; *“En general me gusto todo, ya que me pareció muy interesante la forma en la que desarrollaron cada proyecto”*; *“Los proyectos porque demuestran que es lo que puedo llegar a lograr si sigo la carrera”*; *“La Interacción en las*

*salas. Por la importancia del aprendizaje colectivo.”; “Las actividades interactivas porque podías participar”.*

Las opiniones que se mencionan aquí resumen las más frecuentes. Otros estudiantes con menor frecuencia destacan los contenidos de los talleres, o charlas, y la importancia de conocer sobre las carreras de la Facultad. Se destacan como ideas fuertes y recurrentes: “interactividad”, “entretenimiento” y “participación”. Esto coincide con los antecedentes presentados en relación a juegos serios y motivación, y aumento de la participación de los estudiantes [1, 7, 15].

*2. ¿Qué te gustó de los proyectos?; 3- ¿Qué forma de interacción te gustó más?*

Se mencionan algunas de las respuestas categorizadas en los grandes temas que se encontraron en relación a lo que les gustó de los proyectos:

- **Creatividad:** *“La creatividad y lo bien logrados que están”; “la originalidad para usar lo que conocen en cosas que puedan llamar la atención”; “Lo que más me gustó de los proyectos fue la innovación que estos tenían en ámbitos tecnológicos, y cómo podían relacionarse con los objetos presentes en el espacio de manera creativa y única”.*
- **Interacción:** *“Lo interactivo que llegan a ser, son bastante divertidos”; “La parte interactiva”; “Poder participar”; “La forma de interactuar y aprender”.*
- **Aprendizaje:** *“El juego combinado con el aprendizaje”; “la historia de la informática”; “Me gustó muchísimo la sala interactiva, siento que, al nosotros poder ser parte, siento que me queda más en la cabeza”; “Entender algunas cosas sobre tecnología y aprender sobre personas importantes.”.*

En cuanto a las formas de interacción, la Figura 4 resume las respuestas dadas por 106 estudiantes que contestaron sobre esto. Se observa que un casi 52% elige la interacción con la mesa interactiva, seguido por el uso del cuerpo para la interacción con 47%. También los proyectos con mapeo de proyecciones y de realidad virtual son valorados. Cabe destacar que no todos los estudiantes que contestan han probado todos los proyectos. En la Figura 5, se puede ver esta situación con la barra que muestra aquellos que eligen que no vieron el proyecto. Se destaca que de los 144 estudiantes que respondieron, en una escala de 1 a 5, cuánto les gustó HuVi, 42 indicaron que no lo usaron, de los 102 restantes: a 66 les gustó entre mucho y bastante

(alrededor del 65%); a 24 (23.5%) indicó que les gustó algo, y a 12 (11.7%) seleccionaron que poco. Esto último puede deberse a que algunos estudiantes, desacostumbrados al uso de las gafas, experimenten mareos o encuentren incómoda la sensación al usarlas.

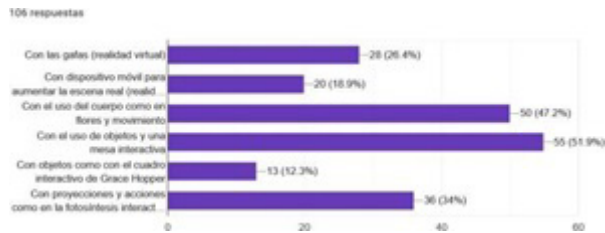


Figura 4 – Opinión sobre: ¿Qué forma de interacción te gustó más?

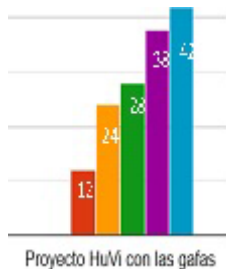


Figura 5 – Opinión sobre el Proyecto HuVi

4. *¿Qué cosas sentís que aprendiste en esta visita a través de los proyectos que usaste?*; 5- *¿Cuál sería la emoción que prevaleció mientras jugabas con los proyectos del CIyTT?*

Las respuestas más frecuentes en relación a los aprendizajes fueron: *“Sobre la historia de las mujeres en informática”*; *“Aprendí sobre las mujeres que fueron importantes en el mundo de la computación y cómo sus ideas ayudaron a formar el mundo de hoy en lo que se refiere a tecnología”*; *“Lo que aprendí que no sabía las distintas formas de utilización de los sensores para proyectos tanto informativos como en juegos”*; *“La alimentación, distintos tipos de microprocesadores, sensores, información de la carrera, etc. Muy completo!”*; *“Aprendí un montón de cosas sobre informática y la universidad como también a programar un poco más”*; *“las maravillas que pueden hacer los sensores y muchas maneras de utilizar la tecnología”*.

Vale la pena resaltar que los estudiantes valoran diferentes aprendizajes, vinculados a los contenidos de los proyectos (como cuando se menciona sobre alimentación, innovadoras de la informá-

tica, programación), pero también sobre la deconstrucción de cada proyecto y cómo se lleva a cabo (uso de sensores, actuadores, formas de programar, etc.).

En cuanto a las emociones, la Figura 6 muestra lo seleccionado por los estudiantes. Prevalecen emociones positivas de: disfrute (52.5%), relajación (16.2%), alegría (10%), felicidad (9%), excitación (5%), regocijo (3%). Esto en general, coincide con

las respuestas dadas a otras preguntas, que denotan motivación, coincidiendo con los trabajos de [1, 3, 15, 16]. Sólo dos emociones negativas fueron elegidas por un bajo porcentaje: ansiedad (2%) y aburrimiento (2%). Las dos personas que contestaron ansiedad o aburrimiento pueden deberse a no estar interesados en estas temáticas o por no haber querido participar por timidez o temas personales. No se encontraron comentarios en relación a estas emociones negativas en las preguntas abiertas.



Figura 6 – Emociones seleccionadas por los estudiantes

## 5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una descripción de las propuestas de algunos de los juegos serios y experiencias con aplicaciones interactivas que se desarrollan en el marco de un proyecto de investigación del III-LIDI. Estas propuestas son utilizadas en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica en el marco de visitas, talleres, charlas, etc. Los estudiantes a través de una encuesta dan su opinión sobre su vivencia en estos espacios. Se destacan como hallazgos que los participantes de escuelas secundarias valoran la creatividad de los proyectos, la interactividad y el aprendizaje. Les gustan los proyectos en los que pueden interactuar con objetos del entorno o que usan el cuerpo para la interacción con el sistema informático; también des-

tacan que disfrutan de la realidad virtual, porque, por ejemplo, les permitió acercarse al patrimonio como en el caso de HuVi. Además, asociado al valor positivo que le dan a la interactividad, se menciona la participación de ellos como protagonistas. Las emociones que resaltan durante su visita o participación son mayormente positivas, prevaleciendo con alto porcentaje el disfrute. Estos hallazgos pueden motivar a los docentes a complementar sus propuestas educativas con actividades que busquen el protagonismo de los estudiantes, que los lleven a participar e interactuar. Aquí el rol de la tecnología puede aportar, siendo mediadora de aprendizajes, tal como se deja entrever a partir de las manifestaciones de los estudiantes en la encuesta. Se continuará profundizando en estas líneas en futuros trabajos, y se buscarán analizar en mayor profundidad las emociones negativas minoritarias que se mencionan aquí.

## Referencias

- [1] Archuby, F., Sanz, C., & Manresa-Yee, C. (2023). DIJS: Methodology for the Design and Development of Digital Educational Serious Games in IEEE Transactions on Games, doi: 10.1109/TG.2022.3217737
- [2] Sandí Delgado, J. C.; Sanz, C. (2020). Juegos serios para potenciar la adquisición de competencias digitales en la formación del profesorado. Revista Educación, vol. 44, núm. 1, 2020 Universidad de Costa Rica, Costa Rica DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.37228>
- [3] Giannakos, M. (2013) “Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance,” Computers & Education, vol. 68, pp. 429 – 439.
- [4] Baranyi, R., Czech, P., Hofstatter, S., Aigner, C. and Grechenig, T. (2020) “Analysis, design, and prototypical implementation of a serious game reha@ stroke to support rehabilitation of stroke patients with the help of a mobile phone,” IEEE Transactions on Games.
- [5] Do Nascimento, K. G.; Ferreira, M. B. G.; dos Santos Felix, M. M.; da Silva Garcia Nascimento, J.; Chavaglia, S. R. R. & Barbosa, M. H. (2021). Effectiveness of the serious game for learning in nursing: systematic review. Revista Gaúcha de Enfermagem, 42, e20200274. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2021.20200274>
- [5] Pozo Álvarez, Diana Stefania, & Valverde Gavilanes, Ángel Patricio. (2024). Juegos serios para la enseñanza-aprendizaje en educación ambiental. Apertura (Guadalajara, Jal.), 16(2), 66-79. Epub 06 de diciembre de 2024. <https://doi.org/10.32870/ap.v16n2.2533>
- [6] Celume, M.-P.; Besançon, M. & Zenasni, F. (2019). Fostering Children and Adolescents’ Creative Thinking in Education. Theoretical Model of Drama



- Pedagogy Training. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02611>.
- [7] Massarani, L., Fazio, M. E., Rocha, J. N., Dávila, A., Espinosa, S., & Bog-nanni, F. A.. (2019). La interactividad en los museos de ciencias, pivote entre expectativas y hechos empíricos: el caso del Centro Interactivo de Ciencia y Tecnología Abremate (Argentina). *Ciência & Educação (bauru)*, 25(2), 467–484. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190020012>.
  - [8] Del Gener A., Sanz C., & Iglesias L. (2023). Propuesta de un Gamepad para Sensar Movimientos del Jugador y su Integración a un Exergame. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, 4(2), 68-77.
  - [9] Sanz, C et al. (2024). Diseño y desarrollo de experiencias educativas con juegos serios y otras tecnologías digitales. WICC 2024.
  - [10] Sanz, C. V., Artola, V., & Baldassarri, S. (2024). Developing educational serious games as a proposal for university training in the area of Child Computer Interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 41, 100672.
  - [11] Sanz, C. V., Nordio, M., & Artola, V. (2018). FraccionAR. In XIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (Posadas, 2018).
  - [12] Artola, V., Sanz, C. V., & Ibañez, B. (2024). EmpoderAR un juego serio de realidad aumentada para acercar a jóvenes a la ciencia. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, 5(1), 6-13.
  - [13] Lizarralde, A. I., Sanz, C. V., Gorga, G. M., Buffarini, A., Beltrán, E., & Kraselsky, R. (2019). Ruta Darwin: un juego con realidad aumentada para conocer las experiencias de Charles Darwin en su travesía a bordo del Beagle. In XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019)
  - [14] Sanz, C. V., Rucci, A. C., Mazza, M. A., Renzella, L. B., Romero, A., Ravea, N. M. S., & Artola, V. (2023). Realidad virtual para acercar el patrimonio argentino: el caso de HuVi Tango y Casa Curutchet. In XVIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología- TE&ET 2023.
  - [15] Connolly, T.M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012) A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games,” *Computers & Education*, vol. 59, no. 2, pp. 661 – 686. [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512000619>
  - [16] Kiili, K., y Ketamo, H. (2018). Evaluating Cognitive and Affective Outcomes of a Digital Game-Based Math Test. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11 (2), 255–263. doi: 10.1109/TLT.2017.2687458
  - [17] Gubaro, M. (2025). Juegos Serios Educativos digitales orientados a la enseñanza de la Matemática en educación secundaria. Trabajo de Especialización en TIAE. Fac. Informática. UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/177851>
  - [18] Ferreyra, P., Coma-Roselló, T., & Sanz, C. V. (2024). Revisión sistemática sobre videojuegos como método de evaluación sigilosa para analizar rasgos

- de personalidad. In XIX Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.
- [19] Artola, V., Sanz, C. & Baldassarri, S. (2023). A Novel Tangible Interaction Authoring Tool for Creating Educational Activities: Analysis of Its Acceptance by Educators, in IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 16, no. 5, pp. 633-647, Oct. 2023, doi: 10.1109/TLT.2022.3216117
- [20] Bruno, L., Garay, F., Lambre, J., Medina, S., Artola, V. & Sanz, C. (2023). Cuadros basados en interacción tangible. Jornadas HCI. La Matanza, Argentina. <https://jihci2023.unlam.edu.ar/es/pdf/LibroActas-JIHCI2023.pdf>

# Revisión sistemática sobre Inteligencia Artificial Generativa y sus posibilidades de uso en educación universitaria.

*Pablo J. García,<sup>1</sup> Cecilia Sanz,<sup>2</sup>  
Verónica Artola<sup>3</sup>*

## Resumen

La aparición de sistemas de chatbot<sup>4</sup> basados en Inteligencia Artificial Generativa (IAG) y Modelos Extensos de Lenguaje (LLM) ha puesto a la comunidad educativa frente al interrogante sobre la viabilidad y/o conveniencia de su utilización en ámbitos educativos de distintos niveles.

Este trabajo tiene como objetivo identificar, analizar y evaluar las posibilidades y alcances de la integración de la IAG en los procesos educativos universitarios, a través de una revisión sistemática de literatura (RSL). Los resultados indican beneficios y riesgos que pueden resultar en un aporte para docentes y estudiantes que desean trabajar con estas tecnologías.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial Generativa, Educación Universitaria, chatbot, Revisión sistemática de literatura

---

1. Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Facultad de Informática (UNLP), Buenos Aires, Argentina. Mail: pablo.garcia@econo.unlp.edu.ar.

2. Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) – CIC, Facultad de Informática (UNLP), Buenos Aires, Argentina. Mail: csanz@lidi.info.unlp.edu.ar.

3. Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) – CIC, Facultad de Informática (UNLP), Buenos Aires, Argentina. Mail: vartola@lidi.info.unlp.edu.ar.

4. Bot Conversacional o chatbot: aplicación de software que simula mantener una conversación con una persona al proveer respuestas automáticas, las cuales son actividades, desde cuestiones de la vida cotidiana sumamente simples, hasta cuestiones de alto contenido cognitivo, como actividades profesionales, enseñanza y aprendizaje, etc. La característica principal es que se trata de un bot conversacional<sup>1</sup> basado en IAG previamente establecidas por un conjunto de expertos a entradas realizadas por el usuario. [https://es.wikipedia.org/wiki/Bot\\_conversacional](https://es.wikipedia.org/wiki/Bot_conversacional).

## 1. Introducción

En noviembre de 2022 fue puesto a disposición del público masivo el servicio ChatGPT, de la empresa OpenAI. Su irrupción tuvo un alto grado de acogimiento por parte del público en general e impactó en un sinnúmero de

A este lanzamiento le sucedieron otros chatbot también basados en IAG como:

- Bar, de Google actualmente denominado Gemini,
- Claude, de Anthropic
- LLaMA (de Meta – Facebook)
- Copilot (de Microsoft)
- etc.

Los chatbot tradicionales estaban basados en reglas o sentencias programadas, y podían ofrecer respuestas a frases específicas y limitadas a un determinado campo del conocimiento.

A diferencia de estos, los chatbot basados en IAG pueden generar respuestas a preguntas sobre prácticamente cualquier tema, manteniendo conversaciones fluidas, “generando” contenido original y brindando al usuario la sensación de estar conversando con una persona.

Esto es posible gracias a las tecnologías que los sustentan. Están basados en un modelo denominado Modelo Extenso de Lenguaje (LLM por su sigla en inglés), que es un modelo de lenguaje de aprendizaje profundo, consistente en una red neuronal que cuenta con varios parámetros, miles de millones en la mayoría de los casos (Ortiz y Buchaca. 2024, p 81). A su vez, los LLM más avanzados basan su diseño en una estructura de red neuronal denominada arquitectura *Transformer*, que es clave para que el modelo comprenda el contexto de manera más eficiente y genere texto de forma coherente. En el caso del servicio ChatGPT, éste está basado en el modelo Transformador Generativo Preentrenado (GPT por sus siglas en inglés).

En definitiva, un chatbot basado en IAG brinda al usuario la experiencia de estar manteniendo una conversación con otro ser humano, que dispone de un amplio espectro de conocimientos, y le brinda respuestas que aparentan ser correctas y, en muchos casos, creativas.

Además del vasto campo de temas en que los chatbot basados en IAG pueden ser empleados, su facilidad de uso y accesibilidad (con versiones gratuitas en muchos casos) han hecho que un altísimo

porcentaje de usuarios de tecnologías informáticas los adopten o, al menos, experimenten con su uso.

## 2. Uso de IAG en educación

En este contexto, las instituciones educativas no pueden ni deben permanecer ajenas a la existencia de las IAG y su posible utilización en educación.

Aspirar a que los alumnos no recurran a la IAG para sus actividades educativas, cuando ya han adoptado su uso para un considerable número de otras actividades, es una postura poco realista que podría, además, desaprovechar su potencial como herramienta de aprendizaje al no “*promover su integración reflexiva en las prácticas docentes*” (De Angelis et al., 2024).

Un enfoque más realista puede ser que, asumiendo que el alumno utilizará IAG, proponerse “alfabetizarlo” acerca de su uso, sus beneficios, limitaciones y riesgos, formular usos con claros fines pedagógicos y establecer estrategias que aseguren que la IAG se convierte en un complemento y no en un sustituto del alumno (Mollick E. y Mollick, L 2024b, p.3)

En este sentido, Mollick y Mollick (2024a, p. 2) afirman: “*Reconocemos la doble naturaleza de la IA en la educación: ofrece a los estudiantes nuevas oportunidades para la práctica personalizada, pero también plantea el riesgo de la dependencia, ya que los estudiantes podrían confiar en la IA para hacer el trabajo por ellos, lo que podría conducir a la pérdida de aprendizaje. Sugerimos métodos que pueden ayudar a mitigar este riesgo, incluida la forma en que la IA puede integrarse en las tareas*”.

Uno de los aspectos más interesantes (o desafiantes) a tener en cuenta frente a la posibilidad de su incorporación en los procesos de educación y aprendizaje, es que, mediante instrucciones adecuadas, es posible lograr que el chatbot adapte su estilo, tono y enfoque durante el desarrollo de una conversación. Esto brinda una gran flexibilidad para lograr que se desempeñe con un rol predeterminado que le permita incorporarse como docente mediador en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Así se puede ayudar a los estudiantes a construir su propio conocimiento de manera significativa, ya no buscando respuestas directas que sólo transmitan la información deseada sino generando “acciones que dejen un residuo cognitivo y abran nuevas puertas en la metacognición” (Sanz, 2024, p.16).

En la misma línea de pensamiento De Angelis et al. (2024) ar-

gumentan que *“el diseño de experiencias con IAG debe estimular que el estudiantado abandone su uso como fuentes de información o herramientas para la obtención del estado final de sus producciones personales para tornarlas aliadas para el desarrollo de un método de trabajo intelectual”*.

Subrayando estas ideas se encuentra que *“a través de la mediación, cada docente crea un ambiente propicio para el aprendizaje significativo, fomentando la participación activa de los estudiantes y promoviendo la reflexión y el pensamiento crítico. En tiempos de IA, incorporar estas herramientas trasciende la mera adopción tecnológica, impulsando al educador a evolucionar y a diversificar sus estrategias de enseñanza. Cada docente se transforma en un diseñador de experiencias de aprendizaje, un rol dinámico que implica la creación de escenarios educativos ricos y estimulantes.”* (Comba, Alanís y Rozenhauz, 2025, p. 4)

El rechazo de los docentes a involucrarse con el proceso de uso de estas tecnologías por parte de los alumnos puede significar la pérdida de una oportunidad de mejora de la experiencia de aprendizaje, ya que *“el uso de la tecnología no siempre implicará un aprendizaje más efectivo, en particular si el uso de la tecnología y los resultados de aprendizaje deseados no están estrechamente alineados”* (Cobos, 2021, p. 16).

En definitiva, en la incorporación de IAG al ecosistema educativo se debe tener muy presente que *“la tecnología no es un fin en sí mismo. La comunidad educativa debe tener claro cómo la tecnología mejorará la relación entre enseñanza y aprendizaje”* (Cobos, 2021, p. 16).

El uso de IAG en educación también conlleva ciertos riesgos como destacan Mollick y Mollick (2024a, p. 2):

- Alucinaciones: respuestas incorrectas pero plausibles, que hace que sean difíciles de detectar.
- Desvíos: debido a la información con la que son entrenados.
- Violaciones a la privacidad: de la información usada para su entrenamiento.
- Instruccionales: las respuestas muy convincentes producen el riesgo de que los estudiantes las utilicen como “muleta”, socavando el aprendizaje.

La decisión de utilizar IAG en educación debe tomar en consideración estos riesgos confrontándolos con las oportunidades y beneficios

esperados en el aprendizaje, y tal decisión debe implicar el desarrollo de estrategias para mitigar dichos riesgos.

El presente trabajo se centra en realizar un análisis de antecedentes de experiencias de uso de IAG en educación superior, especialmente en América Latina, a partir de una revisión sistemática de literatura. Se considera para el análisis cómo se evalúan dichas experiencias y qué resultados se han obtenido.

De aquí en más este trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 3 se presenta la metodología del presente estudio, en la sección 4 se analizan los resultados obtenidos contestando a las preguntas de investigación, en la sección 5 se presenta una discusión de los resultados más relevantes y en la sección 6 se presentan las conclusiones y trabajos futuros

### **3. Metodología**

Una revisión sistemática de la literatura es una *“revisión que se esfuerza por identificar, valorar y sintetizar de forma exhaustiva todos los estudios relevantes sobre un tema determinado.”* (Petticrew y Roberts, 2006, p.19).

En este caso, para su realización se siguieron las fases propuestas por Petticrew y Roberts (2006, p.27):

1. Definir claramente la pregunta a la que la revisión pretende responder.
2. Determinar los tipos de estudios que deben localizarse para responder su pregunta
3. Realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva para localizar estudios
4. Examinar los resultados de dicha búsqueda (cribar los estudios recuperados)
5. Evaluar críticamente los estudios incluidos
6. Sintetizar los estudios y evaluar la heterogeneidad entre los resultados de los estudios
7. Difundir los resultados de la revisión

En este caso, se definieron las siguientes preguntas en relación a experiencias de IAG en educación universitaria:

**P1.** ¿Cuáles son las experiencias realizadas y/o en desarrollo, de integración de la IAG en los procesos educativos?

- P2.** ¿Cuál fue la motivación de dichas experiencias y cuáles fueron los resultados observados?
- P3.** ¿Qué marcos teóricos que vinculan la IAG con la Educación se consideraron en dichas experiencias?

Para la búsqueda se definió que los estudios debían estar escritos en idioma español o inglés, y referirse a experiencias realizadas en educación universitaria en América Latina. Se consideraron trabajos publicaciones a partir del año 2022.

En la búsqueda se realizaron consultas con cadenas conformadas por palabras claves, filtros y selección manual sobre títulos y resumen en base a los objetivos. Las bases de datos consultadas fueron: ACM, IEEE, revista NAER, ResearchGate, ScienceDirect, Google Scholar, SEDICI, revista TE&ET y revista QUESTION Periodismo/ Comunicación

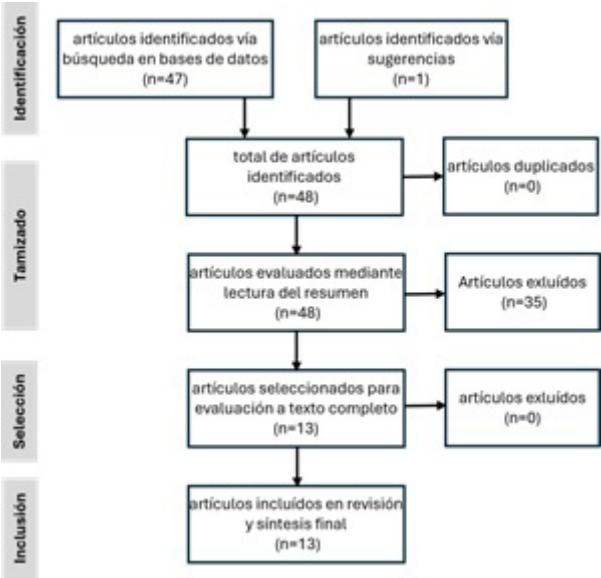


Figura 1 – Gráfico de selección de artículos según la metodología PRISMA (Moher et al., 2009)

#### 4. Resultados y análisis

Se identificaron 48 trabajos, los que luego de la etapa de filtrado se redujeron a 13. Si bien hubo algunos que no se referían a experiencias



en Latinoamérica, se valoró su importancia y aporte para incorporarlo al conjunto de estudio (Figura 1).

A continuación, se realizará una síntesis de los principales hallazgos de la investigación, ordenados según las tres preguntas definidas para orientar la investigación

**P1. ¿Cuáles son las experiencias realizadas y/o en desarrollo, de integración de la IAG en los procesos educativos?**

En la Tabla 1 pueden verse los estudios agrupados según el tipo de experiencia realizada:

Tipo de Experiencia Realizada / Artículo
<i>Autoestudio en educación científica</i> (Cooper, 2023)
Caso controlado de IAG en plataforma de retroalimentación (Villagrán et al., 2024)
<i>Indagación sobre uso de IAG a docentes y administrativos</i> (Rivadeneira, de Luna y Fernandez, 2024)
<i>Indagación sobre uso de IAG a docentes y estudiantes</i> (Prather et al., 2023)
<i>Indagación sobre uso de IAG a estudiantes</i> (Ribas y Provasi, 2024), (Amoozadeh et al., 2023) y (Ravselj et al., 2025) (Pereyra, 2023)
<i>Estudio de caso: física comparando 4 IAG</i> (Dos Santos, 2023)
<i>Estudio de caso: Integración de IAG en educación</i> (Molina-Barrón et al., 2023)
<i>Experiencias aisladas en carreras de comunicación</i> (Castro, 2024)
<i>RSL</i> (Mohebi, 2024) y (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024)

Tabla 1 - Estudios agrupados por cada tipo de experiencia

La mayoría de los estudios (6 casos mencionados en la Tabla 1 de las filas 3 a 5), se trataron de indagaciones a distintos actores del sistema educativo sobre el uso de IAG en sus actividades. En estos casos se estudió la utilización de IAG por diferentes motivaciones. Dos estudios refieren a revisiones sistemáticas de la literatura y se incluyeron en el presente artículo debido a la riqueza de sus conclusiones,

y finalmente, cinco estudios se centraron en analizar resultados de casos de estudios desarrollados.

**P2.** ¿Cuál fue la motivación de dichas experiencias y cuáles fueron los resultados observados?

En la Tabla 2 se resumen las motivaciones identificadas en los estudios analizados.

Motivación del estudio
<i>Comparar distintas IAG</i> (Dos Santos, 2023)
<i>Evaluar la percepción de los estudiantes sobre el uso de IAG</i> (Prather, 2023) y (Ravselj et al., 2025)
<i>Analizar el uso de IAG en educación</i> (Mohebi, 2024), (Cooper, 2023), (Ribas y Provasi, 2024), (Pereyra, 2023), (Castro, 2024), (Rivadeneira et al., 2024), (Villagrán et al., 2024) , (Molina-Barrón et al., 2023) y (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024)
<i>Evaluar confianza en IAG</i> (Amoozadeh et al., 2023)

Tabla 2 - Motivaciones y estudios que coinciden en estas

Con respecto a la motivación de los estudios, en la mayoría de ellos (9 casos) se menciona que fue: indagar sobre el **uso** de IAG por parte de los estudiantes y/o docentes en el proceso educativo. También se destaca la motivación de algunos estudios (2 casos) por indagar sobre la **percepción** de los estudiantes respecto del uso de IAG, e incluso otro estudio (1 caso) se concentró en evaluar la **confianza** de los estudiantes sobre el uso de IAG en el proceso de aprendizaje. Otro trabajo presenta como motivación comparar IAG existentes.

Con respecto a los resultados observados, se ha encontrado una amplia y variada heterogeneidad de conclusiones. Entre los beneficios se pueden destacar algunos relacionados con aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje (metodologías, tipos de aprendizajes, etc.) y otros vinculados a tareas (realizar síntesis, utilizar/crear recursos, etc.).

En relación a los beneficios vinculados al proceso de enseñanza y aprendizaje se mencionan: el desarrollo de pensamiento crítico (Dos Santos, 2023; Mohebi 2024), la posibilidad de implementar un aprendizaje personalizado (Castro, 2024; Dos Santos, 2023; Mohebi

2024; Villagrán et al., 2024), la promoción del aprendizaje colaborativo (Molina et al., 2023; Mohebi, 2024) y el incremento de la motivación en los estudiantes (Amoozadeh et al., 2023; Mohebi, 2024; Molina et al., 2023). En cuanto a los beneficios relacionados con las tareas se destacan: generación y distribución de recursos educativos (Cooper, 2023; Villagrán et al., 2024), la simplificación de información compleja (Ravselj et al., 2025; Ribas y Provasi, 2024), realización de resúmenes de textos (Ribas y Provasi, 2024; Villagrán et al., 2024), ayuda en la redacción de informes académicos (Ribas y Provasi, 2024), facilitación de la retroalimentación a los estudiantes (Cooper, 2023; Mohebi, 2024; Molina et al., 2023; Villagrán et al., 2024), soporte para realizar lluvia de ideas (Molina et al., 2023; Ravselj et al., 2025) y automatización de tareas administrativas (Castro, 2024; Rivadeneira et al., 2024). En general, se observa que se utiliza a la IAG como facilitadora de tareas y también con un rol creativo (Molina et al., 2023; Pereyra, 2023).

Al mismo tiempo, se han analizado en los trabajos algunos riesgos o problemas que surgen durante el trabajo con la IAG o de las opiniones de los actores del ámbito educativo.

En cuanto a los problemas relacionados al trabajo usando IAG se mencionan: las limitaciones de acceso a esta tecnología (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024), la privacidad de los datos (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024), necesidad de mayor capacitación (Ribas y Provasi 2024; Rivadeneira et al., 2024), la aparición de sesgos (Prather et al 2023; Ravselj et al., 2025) y la falta de evidencia que pone en duda la fiabilidad de las respuestas (Cooper, 2023). De los problemas relacionados a las opiniones de los actores del ámbito educativo se destacan: la desconfianza en las afirmaciones de IAG (Amoozadeh et al., 2023), la dependencia de la tecnología que reduzca el desarrollo de habilidades cognitivas (Ribas y Provasi., 2024), y problemas éticos en relación a la integridad académica (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024; Prather et al., 2023).

**P3.** ¿Qué marcos teóricos que vinculan la IAG con la Educación se consideraron en dichas experiencias?

Si bien algunos trabajos explicitan el marco teórico sobre el cual se basó la experiencia, en el resto de ellos no está expresamente mencionado. No obstante, la lectura del trabajo permite inferir la estrategia pedagógica que orienta o que se deja entrever en la adopción de IAG en el proceso educativo. Como parte de este trabajo se

organizan categorías en relación a estas estrategias que subyacen y se agrupan los estudios en función de éstas (Tabla 3).

Marco teórico o estrategia pedagógica
<i>Actitud del estudiante y adaptación de la pedagogía del docente</i> (Prather et al., 2023) y (Amoozadeh et al., 2023)
<i>Aprendizaje colaborativo, pensamiento crítico</i> (Mohebi, 2024)
<i>Marcos basados en el constructivismo</i> (Dos Santos, 2023)
<i>Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)</i> (Molina-Barrón, 2023)
<i>Enfoque pedagógico centrado en los estudiantes</i> (Ribas y Provasi, 2024), (Cooper, 2023) y (Castro, 2024)
<i>Consideraciones de la formación multidimensional</i> (Pereyra, 2023)
<i>Teoría de la disonancia cognitiva</i> (Ravselj et al., 2025)
<i>Teorías de aprendizaje adaptativo y personalización educativa.</i> (De la Torre y Baldeon-Calisto, 2024)
<i>Utilización de TIC en educación</i> (Rivadeneira et al., 2024) y (Villagrán et al., 2024)

Tabla 3 - Artículos agrupados por su marco teórico o estrategia pedagógica

Se destaca una preeminencia de estrategias pedagógicas para la integración de IAG en el sistema educativo basadas en un aprendizaje:

- centrado en el estudiante,
- adaptativo y personalizado,
- colaborativo y
- con énfasis en el pensamiento crítico.

En la sección siguiente se discuten y analizan los resultados más destacados.

### 5. Otros resultados y Discusión

Entre los estudios seleccionados para la RSL se destaca el de Ravselj et al. (2025) por lo completo de la encuesta utilizada (42 preguntas, en su mayoría cerradas) y su amplia cobertura de participantes

(23.218 estudiantes de 109 países), así como la riqueza en el análisis de los resultados obtenidos. Es por ello que para organizar la discusión se toman algunos de los resultados de estos autores y se discuten en relación a los otros estudios abordados en la RSL:

- Los alumnos consideran que los chatbots como ChatGPT son una herramienta valiosa sobre todo para actividades como torbellino de ideas, resumen de textos y redacción académica, También aprecian su capacidad para simplificar información compleja.

Coincide con Ribas y Provasi (2024) que destacan una tendencia favorable hacia la IAG en actividades como la redacción de informes, la creación de resúmenes y el análisis de datos. Es decir estos autores abonan a la categoría mencionada en los resultados sobre **beneficios** en cuanto a las **tareas** que se pueden realizar.

- *Aunque los estudiantes muestran una actitud positiva hacia IAG como ChatGPT, ya que lo consideran interesante y útil, siguen prefiriendo la interacción humana, lo que subraya la importancia de las conexiones personales en el aprendizaje.*

Coincide con Dos Santos (2023) que pone de relieve la necesidad de la intervención humana en el aprendizaje asistido por IA, y con Prather et al. (2023) quienes afirman que las herramientas de IAG no pueden reemplazar a los humanos. Estos trabajos aportan a la categoría del marco teórico relacionada con las actitudes de los estudiantes y sobre aspectos teóricos sobre el aprender y enseñar.

- Los alumnos consideran que ChatGPT puede mejorar la eficacia del estudio y la adquisición de conocimientos, pero reconocen los riesgos de dependencia que pueden socavar la capacidad de pensamiento crítico.

Coincide con Ribas y Provasi (2024) que plantean que la dependencia de estas tecnologías puede reducir el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales y con Rivadeneira y Fernandez (2024) que establecen preocupaciones sobre la capacidad de las herramientas para fomentar el pensamiento crítico.

En cambio, tanto Mohebi (2024) como Dos Santos (2023) concluyen que el uso de IAG puede fomentar el desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico.

En este sentido, es importante recuperar del trabajo de Mollick y Mollick (2024a), mencionado en la Sección 1, la tensión sobre la doble naturaleza de la IA en la educación. Los docentes y las instituciones deben trabajar para generar los beneficios esperados.

- Los estudiantes experimentan emociones positivas, como curiosidad y tranquilidad, al utilizar ChatGPT  
Coincide con Ribas y Provasi (2024) que destacan la alta adopción de estas herramientas por parte de los estudiantes, y con Amoozadeh et al. (2023), que observan en su estudio que el 76% de los participantes había utilizado herramientas de GenAI, y un 82% de ellos afirmaron que estas herramientas aumentaron su motivación. Sin embargo, se enfatizan aquí las preocupaciones sobre su formación en el uso de estas tecnologías debido a los riesgos encontrados.
- Los estudiantes de Ciencias Aplicadas valoran ChatGPT por su claridad técnica, mientras que los de Artes y Humanidades prefieren la interacción humana y expresan su preocupación por la capacidad de la herramienta para captar matices.  
En relación a los estudiantes de Ciencias se coincide con Ribas y Provasi (2024) que observaron un alto nivel de uso de estas herramientas en estudiantes de Ciencias Económicas.
- *Los estudiantes de Ciencias Sociales consideran que ChatGPT es limitado a la hora de proporcionar información subjetiva necesaria para sus disciplinas.* Contrasta con los resultados obtenidos en experiencias locales señalados por Pereyra (2023) y por Castro (2024), que refieren buena recepción por parte de estudiantes de carreras de Comunicación
- Los estudiantes de primer año tienden a considerar ChatGPT como una herramienta útil para el aprendizaje, mientras que los estudiantes avanzados cuestionan su fiabilidad y relevancia para sus necesidades académicas más complejas.  
Prather et al. (2023) también analizan el uso de IAG según el nivel del estudiante, concluyendo que es más utilizado por los estudiantes de nivel superior mientras que los estudiantes de nivel inferior recurren más a sus compañeros. También aporta la opinión de numerosos docentes que prefieren permitir el uso de IAG en alumnos de niveles superiores y no en niveles inferiores. Estas conclusiones divergentes de sendos estudios sugieren la necesidad de profundizar sobre este aspecto.

## 6. Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se presenta una revisión sistemática de literatura sobre la IAG en educación universitaria en Latinoamérica.

Se observa una generalizada tendencia hacia la incorporación y

utilización de IAG en el proceso educativo por parte de sus diferentes actores. Se destaca una marcada actitud proactiva al considerar el uso de IAG como una oportunidad para la mejora de la experiencia educativa, que aporta amplias posibilidades para el aprendizaje personalizado y un variado espectro de acciones pedagógicas en el proceso de aprendizaje. Fundamentalmente, las oportunidades o beneficios se centran en las tareas que se pueden facilitar y en el aporte para lograr metodologías activas en los estudiantes y en la personalización del proceso educativo.

En cuanto a los aspectos cuestionados o críticos, los sesgos o información incorrecta brindada por IAG es una de los más frecuentemente mencionados. Desde el punto de vista educativo quizás el riesgo más grave sea el establecimiento en los estudiantes de una dependencia de la tecnología que reduzca el desarrollo de sus propias habilidades cognitivas. Este pareciera uno de los desafíos más grandes a enfrentar por parte de los educadores, como acompañantes y mediadores entre los estudiantes, el conocimiento y la multiplicidad de recursos educativos que se les brindan. Esta tensión entre los beneficios y la dependencia es necesario abordarla en las instituciones educativas.

También se observa que es necesario profundizar en los marcos teóricos que fundamenten, desde el punto de vista de la propuesta educativa y de un diseño instruccional, la incorporación de la IAG, para que no se trate sólo de un deslumbramiento frente a una tecnología nueva y novedosa, sino que se adopte teniendo claro su objetivo como recurso educativo que persiga mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Como pasos futuros, se propone profundizar la investigación sobre el tema y la realización de experiencias locales para contrastar sus resultados propios con los resultados obtenidos por otros estudios.

## 7. Referencias

- Amoozadeh M., Daniels D-, Chen S., Nam S., Kumar A., Hilton M., Ali-pour M. y Ragavan S., (2023) Towards Characterizing Trust in Generative Artificial Intelligence among Students. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3568812.3603469>
- Castro M. (2024) Innovación y Desafíos de la Inteligencia Artificial en la Formación Universitaria en Comunicación. <https://perio.unlp.edu.ar/ojs/index.php/question/article/view/8275>
- Cobos, C. (2021). ¿Por qué los datos son importantes en educación? *Compartir Experiencia*. <https://www.compartirpalabramaestra.org/actualidad/blog/por-que-los-datos-son-importantes-en-educacion>

- Comba V., Alanís M.E. y Rozenhauz J. (2025) Recomendaciones pedagógicas para el inicio del ciclo lectivo 2025. UTN. Secretaría Académica
- Cooper G. (2023) Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-023-10039-y>
- De Angelis S, Perillo L, Auber E, Cherbavaz MC y Andreoli S. (2024) Estrategias de enseñanza con IAGen como oportunidades de catalización de la integridad académica. Trayectorias Universitarias
- De la Torre A. y Baldeon-Calisto M. (2024) Generative artificial intelligence in Latin American higher education: a systematic literature review. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10527283>
- Dos Santos R. (2023) Enhancing Physics Learning with ChatGPT, Bing Chat, and Bard as Agents-to-Think-With: A Comparative Case Study. <https://arxiv.org/abs/2306.00724>
- Mollick E. y Mollick, L (2024a) Instructors as Innovators: A future-focused approach to new AI learning opportunities, with prompts. Wharton School of the University of Pennsylvania
- Mollick E. y Mollick, L (2024b) Assigning AI: seven approaches for students with prompts. Wharton School of the University of Pennsylvania
- Mohebi L. (2024) Empowering learners with ChatGPT: insights from a systematic literature exploration.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. PLoS Medicine. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00120-y?fromPaywallRec=false>
- Molina-Barrón G., Aguirre-Acosta A. y Alvarado-Ramírez R. (2023) Storytelling: Digital Narration Enhanced by Artificial Intelligence in the Metaverse: The use of Artificial Intelligence tools in higher education course. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3637989.3638004>
- Ortiz D. y Buchaca D. (2024) La tecnología tras ChatGPT. ChatGPT y educación universitaria. OCTAEDRO - IDP/ICE, UB
- Pereyra M. (2023) IA generativa, educación superior y comunicación: los desafíos por venir. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/16660>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). Systematic reviews in the Social Sciences: A practical guide. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Prather J., Denny P., Leinonen J., Becker B., Albluwi I., Craig M., Keuning H., Kiesler N., Kohn T., Luxton-Reilly A., MacNeil S., Petersen A., Pettit R., Reeves B. y Savelka J. (2023). The Robots are Here: Navigating the Generative AI Revolution in Computing Education. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3623762.3633499>
- Ravselj D, Kerzic D, Tomazevec N, Umek L, Brezovar N, A. Iahad N, et al. (2025) Higher education students' perceptions of ChatGPT: A global study of early reactions. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0315011>
- Ribas F. y Provasi M. (2024) Adopción de inteligencia artificial generativa:



percepciones de alumnos de ciencias económicas. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/175480>

Rivadeneira L., de Luna d. y Fernandez C. (2024) Exploring the Role of ChatGPT in Higher Education Institutions: Where does Latin America Stand? <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3689370>

Sanz C. (2024) La Inteligencia Artificial viste a la moda. Reflexiones sobre sus posibilidades para el escenario educativo. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 37

Villagrán I., Hernández R., Schuit G., Neyem A., Fuentes-Cimma J., Miranda C., Hilliger I., Durán V., Escalona G. y Varas J. (2024) Implementing Artificial Intelligence in Physiotherapy Education: A Case Study on the Use of Large Language Models (LLM) to enhance Feedback. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10648793>

# Implementación de robot gemelo digital para el simulador Ester<sup>1</sup>

*Néstor Adrián Balich,<sup>2</sup> Berenice Lourdes Balich,<sup>3</sup>  
Valentín José Regal<sup>4</sup>*

## Resumen

En la actualidad, los gemelos digitales han revolucionado el desarrollo y la validación de sistemas ciberfísicos en diversas áreas, incluyendo la robótica educativa. Este artículo presenta el desarrollo e implementación de un robot gemelo para el simulador Ester, un entorno virtual avanzado diseñado para la enseñanza de la programación y la validación de algoritmos de navegación autónoma. Se describe la integración de un modelo híbrido de gemelo digital, la creación de un robot real modular y programable, equipado con sensores y actuadores estratégicamente seleccionados y con comunicación bidireccional con su contraparte virtual. La arquitectura implementada permite la transferencia de datos en tiempo real, habilitando un entorno de pruebas seguro y eficiente. Este enfoque mejora el aprendizaje práctico de los estudiantes y optimiza el proceso de validación de algoritmos, reduciendo costos y tiempos de desarrollo. Se evalúan diferentes modelos de simulación y se justifica la elección de la arquitectura adoptada, destacando sus ventajas frente a otros enfoques. Finalmente, se analizan las ventajas de los sensores y actuadores empleados en el robot real y su impacto en la precisión del gemelo digital.

**Palabras clave:** Gemelo digital, Simulación robótica, Educación, Aprendizaje basado en simulación, Impresión 3d

---

1. Laboratorio de Robótica Física e Inteligencia Artificial, Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática, Tecnología Informática, Universidad Abierta Interamericana. Av. Montes de Oca 745 (C1270AAH), Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Tel: 54 11 4301-5323).

2. Nestor.Balich@uai.edu.ar

3. BereniceLourdes.Balich@uai.edu.ar

4. ValentinJose.Regal@alumnos.uai.edu.ar

## 1. Introducción

Los avances en la computación y la simulación han permitido el desarrollo de entornos virtuales altamente precisos que facilitan el diseño, validación y prueba de sistemas robóticos antes de su implementación física. En este contexto, los gemelos digitales han emergido como una herramienta fundamental, proporcionando una representación virtual en tiempo real de un sistema físico. Este concepto permite a investigadores y educadores probar algoritmos de navegación, detección de obstáculos y control de movimiento sin riesgos ni costos adicionales asociados a fallas en hardware real [1]. Además, enfoques recientes han demostrado la relevancia de incorporar gemelos digitales en la colaboración humano-robot para mejorar la eficiencia y el control de los sistemas [2].

La implementación del simulador Ester, como se muestra en la Figura 1, ha evolucionado desde su versión inicial de un solo robot [3] hasta una versión mejorada con conexión simultánea de múltiples robots, permitiendo una experiencia inmersiva y colaborativa en tiempo real para cada alumno [4]. Esta evolución sentó las bases para la implementación del modelo de gemelo digital híbrido propuesto en este artículo. El modelo híbrido se fundamenta en la literatura existente sobre gemelos digitales aplicados a la robótica móvil y manufactura, donde se destacan metodologías que integran sensores, comunicación en tiempo real y modelado 3D [5,6].

“El concepto de gemelo digital contiene tres partes principales: a) productos físicos en el espacio real, b) productos virtuales en el espacio virtual, y c) las conexiones [bidireccionales] de datos e información que unen los productos virtuales y reales” [7].

Este artículo presenta la implementación de un modelo híbrido de gemelo digital aplicado a nuestro simulador Ester 4.2 que se muestra en la Figura 1, el cual ha sido diseñado para la enseñanza de la programación de robots móviles. La estructura del simulador permite la conexión de múltiples robots, asignados dinámicamente a estudiantes mediante un sistema de login, con capacidad de replicar en tiempo real el comportamiento de robots físicos mediante una API de comunicación, en donde cada estudiante comparte los escenarios simulados en Unity con un modelo físico real. Al integrarse con un robot modular desarrollado específicamente para esta investigación, el sistema permite validar algoritmos de navegación y control con una alta fidelidad respecto a entornos reales.

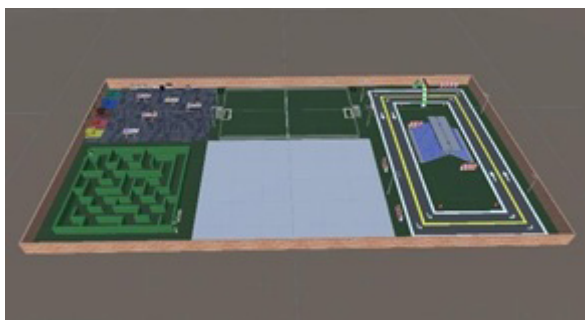


Figura 1. simulador ESTER versión 4.2

## 2. Modelos de simulación y justificación del modelo híbrido

Para desarrollar un sistema de gemelo digital eficiente, se evaluaron diferentes enfoques de simulación con base en su precisión, escalabilidad y facilidad de implementación. Entre los modelos considerados se encuentran:

**2.1. Simulación completamente virtual:** En este enfoque, todos los cálculos y pruebas se realizan dentro del entorno digital. Si bien permite un desarrollo seguro y sin riesgos para el hardware, presenta limitaciones en la validación de condiciones del mundo real como el ruido de los sensores o la variabilidad en la fricción de las superficies.

**2.2. Simulación con datos en tiempo real:** Aquí, los sensores del robot real alimentan al modelo simulado, proporcionando una aproximación más precisa del entorno físico. Sin embargo, la falta de control sobre el robot físico impide una interacción bidireccional completa.

**2.3. Modelo híbrido de gemelo digital:** Combina lo mejor de ambos enfoques al permitir la ejecución de algoritmos en el entorno virtual y la transferencia de estos al robot real. Además, la comunicación bidireccional permite que tanto el robot simulado como el real compartan estados y actualicen el entorno en función de la retroalimentación de los sensores. Este enfoque facilita la validación de algoritmos y la adaptación a entornos dinámicos.

Estudios recientes resaltan que la integración de gemelos digitales en aplicaciones de colaboración y manufactura mejora significativa-

mente la interacción y la eficiencia del sistema [8,9]. Por ello, se adoptó el modelo híbrido, maximizando la interacción entre el entorno virtual y el físico, proporcionando una plataforma robusta para el aprendizaje práctico. Se tomó este enfoque como base para el desarrollo de nuestra herramienta educativa, permitiendo a los estudiantes desarrollar, probar y transferir sus programas de manera segura y eficiente.

### 3. Descripción del hardware y comunicación

Se diseñó a Twin Robot, al cual se lo muestra en la Figura 2, utilizando SolidWorks para prototipado rápido y una vez validado el sistema mecánico de forma simulada se procedió a la impresión en 3D, ver en Figura 3, con características de escalabilidad para ser utilizado en los diferentes desafíos que se plantean en el simulador: individuales, grupales y de inteligencia artificial con control distribuido. El modelo base se creó para ser económico, de fácil armado para los alumnos y con componentes presentes en el mercado local.

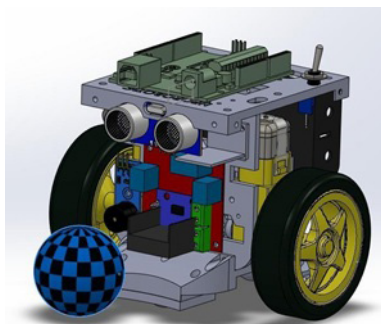


Figura 2. Twin Robot V1

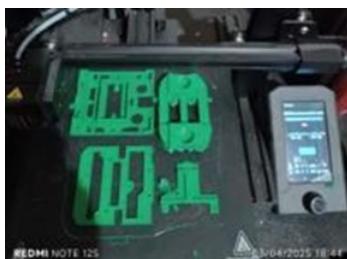


Figura 3. Impresión Twin Robot

- **Controlador:** Se diseñó para que el sistema sea escalable y con diferentes opciones de programación compatible con las placas multipropósito Arduino, Wemos y Raspberry Pi.
- **Tracción:** Se optó por dos motores de corriente continua para un modelo de tracción diferencial con dos ruedas locas. Esta selección se basó en nuestra experiencia en la fabricación de robots educativos para fútbol de robots.
- **Posicionamiento:** Se diseñó la estructura para dos encoders infrarrojos para rueda dentada, que permiten la medición precisa del desplazamiento de cada rueda del robot y la velocidad del robot, ejemplo en la Figura 4.
- **Un driver H:** Facilita el control de dirección y velocidad de los motores.
- **Alimentación:** dos baterías 18650 recargables, que proveen una tensión de salida de 3,7v 2600mah cada una que en conexión serie proporcionan 7,4Volt suficiente para los motores y la electrónica de control.
- **Giroscopio:** Ayuda a mantener la orientación del robot y a corregir desviaciones en su trayectoria.
- **Sensor de ultrasonido:** Permite la detección de obstáculos y la implementación de estrategias de evasión.

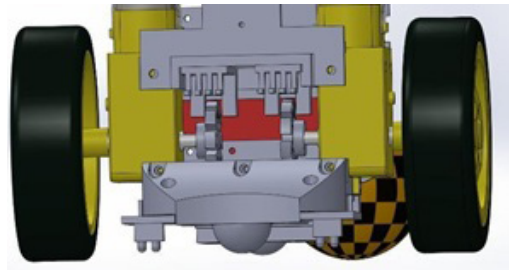


Figura 4. Sensores encoders IR

Luego procedimos a la impresión 3D del robot, armado y montaje, ejemplo en Figura 5.

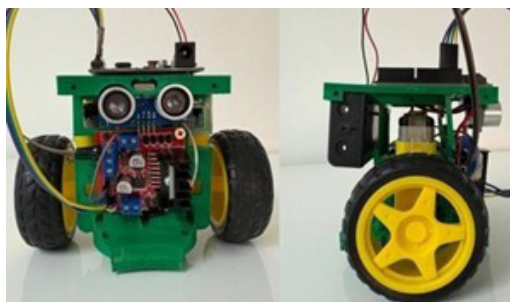


Figura 5. Twin Robot real

La comunicación entre el simulador y el robot real se basa en un modelo híbrido utilizando sockets, MQTT y API Rest. Cuando cada estudiante ejecuta su código en cualquier entorno de programación este envía comandos de movimiento o sensado a través de una API, esta se conecta al servidor websocket que envía la instrucción de movimiento a todos los clientes Unity (simuladores). Cada robot simulado de cada alumno ejecuta esa orden y se mueve en todos los simuladores de forma sincronizada mediante el servidor Mirror. En el modo simulado solamente, el servidor socket controla el login, la instancia del sistema y el flujo de comandos al simulador del alumno como así también los datos de sensores y del mundo físico.

En el modo gemelo digital, cada acción generada por el alumno es enviada a la API que luego la reenvía al servidor socket y este la envía al simulador y al robot, replicando el comportamiento en el robot real conectado. Además, el robot envía datos de sus sensores al simulador mediante MQTT garantizando la replicación del entorno real en el simulador. Por ejemplo, si el robot detecta una pared en el simulador se instancia una pared en el escenario, actualizando su estado en tiempo real [10], de acuerdo con el diagrama de comunicación en Figura 6.

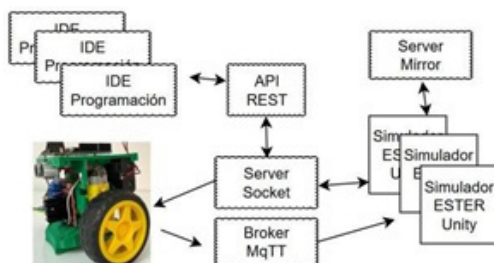


Figura 6. Diagrama de comunicación

Este tipo de comunicación ha sido ampliamente estudiado en el contexto de simulaciones avanzadas, incluso en entornos subacuáticos, donde la integración de gemelos digitales ha permitido realizar validaciones seguras mediante técnicas como: Software in the Loop (SIL), Model in the Loop (MIL) y Hardware in the Loop (HIL) [11].

Asimismo, la integración de tecnologías emergentes como la realidad mixta ha sido propuesta para ampliar el alcance de los gemelos digitales en la educación, permitiendo interacciones más intuitivas y prolongadas con robots “pet” [9] y reforzando la propuesta de aprendizaje práctico en contextos reales [12].

Para la sincronización dinámica, el sistema de login asigna un ID único a cada robot. En caso de que un robot físico con un ID correspondiente se conecte a la red, se activa la funcionalidad de gemelo digital. La comunicación se maneja mediante MQTT, donde el robot publica el estado de sus sensores a un tópico dinámico basado en su ID, permitiendo el intercambio de información con su contraparte virtual. Esta arquitectura posibilita que, si alguno de los robots (virtual o real) detecta un obstáculo, el simulador refleje dicho evento en ambos entornos.

#### **4. Implementación y resultados**

Para evaluar la efectividad del modelo híbrido de gemelo digital, se implementó un entorno de prueba en el simulador, donde los estudiantes pudieron desarrollar algoritmos de navegación y evasión de obstáculos en un entorno seguro antes de aplicarlos al robot real. Se realizaron múltiples experimentos con diferentes condiciones de sensores y configuraciones de red.

- Movimiento secuencial con robot virtual y gemelo.
- Detección de obstáculos con robot real.
- Detección de posición con robot real.
- Recorrer laberinto simple.
- Comunicación solo por MQTT (sensores).
- Comunicación por API/Socket (movimiento del robot).
- Comunicación modelo híbrido MQTT/API/Socket.

Los resultados demostraron que la precisión de la sincronización entre el robot virtual y el real dependía en gran medida de la latencia en la comunicación. Con la configuración de MQTT, se logró una actualización del estado con un retardo inferior a 100ms, lo que



permitió una interacción fluida entre ambos sistemas. Además, el uso de encoders y giroscopios en el robot físico permitió una mejor estimación de la posición y orientación, reduciendo la discrepancia con el entorno simulado.

La implementación del modelo híbrido no solo permitió mejorar la validación de algoritmos, sino que también facilitó la enseñanza de conceptos clave de robótica y control en tiempo real. Los estudiantes pudieron desarrollar estrategias de navegación en el simulador y transferirlas al robot físico con mínimos ajustes, mejorando significativamente el proceso de aprendizaje.

Durante el 2024 se utilizó el simulador en las clases de “robótica” de tercer año de ingeniería en sistemas informáticos en “programación, robótica e impresión 3D” de la maestría en tecnología educativa de la UAI (MTE). Para la MTE se creó nuevo complemento de programación visual basada en Scratch / Turbowarp, con la intención de aplicarlo a la enseñanza de programación dirigido a docentes y profesionales sin conocimiento de programación ni robótica. En el curso el 80% de docentes carecía de estos conocimientos y se comprobó el valor de herramienta con una encuesta de alumnos, logrando que “La comprensión de los conceptos teóricos expresados en clase fue calificada como muy buena y excelente por el 100% de los alumnos.” cómo se puede observar en el trabajo [4]. Para la evaluación de pares se presentó la experiencia educativa en la MTE al certamen de mejores prácticas educativas de la UAI obteniendo el premio en abril de 2025 en referencia a los cursos dictados en 2024. También se obtuvo la distinción a mejor exposición en el bloque de tecnología educativa del CACIC 2024 [3].

## 5. Conclusiones

El desarrollo del modelo híbrido de gemelo digital implementado en el simulador ha demostrado ser una solución eficiente para la enseñanza y validación de algoritmos de navegación autónoma. La sincronización en tiempo real entre el robot simulado y el robot físico permite evaluar estrategias de control en un entorno seguro y con costos reducidos. Además, la selección de sensores y actuadores garantiza una representación fiel del comportamiento del sistema en ambos entornos, validándose el prototipo “Twin Robot v1”.

El uso de encoders y giroscopios en el robot físico ha permitido mejorar la precisión en la estimación de la posición y orientación, reduciendo la discrepancia con el modelo simulado. La integración de

sensores y la implementación de protocolos de comunicación (MQTT y Sockets) aseguran una actualización rápida y confiable de los datos.

El enfoque híbrido propuesto en este trabajo no solo permite mejorar la formación de estudiantes en el área de robótica, sino que también proporciona una plataforma flexible para la experimentación y desarrollo de nuevas estrategias de control.

Este enfoque permitió mantener las características de programación distribuida en línea en tiempo real y para múltiples lenguajes presentes en el simulador Ester 4.2.

Además, la incorporación de tecnologías como la realidad mixta y la simulación 3D ha abierto nuevas posibilidades para la educación en robótica, permitiendo un aprendizaje interactivo y adaptativo [2,6]. Este enfoque sienta también las bases para futuras aplicaciones en la colaboración humano-robot y la manufactura inteligente.

A futuro se ampliará la librería ATOM+ con bloques específicos para gemelos digitales, y actualmente se está terminado de integrar el nuevo material educativo para la materia “Robótica” que se dictará en el primer cuatrimestre de 2025.

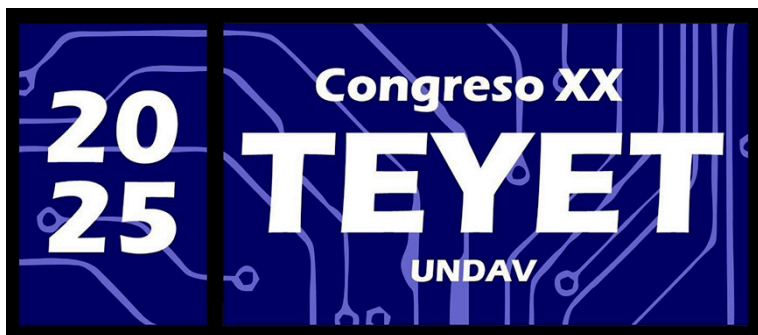
## Bibliografía

- [1] Garg, G. (2021). Digital Twin for Industrial Robotics. Instituto de Tecnología de la Universidad de Tartu. Recuperado de <https://www.ims.ut.ee/www-public2/at/2021/msc/atprog-courses-magistrit55-loti.05.036-gaurav-garg-text-20210602.pdf>
- [2] Shaaban, M., Carfi, A., & Mastrogiovanni, F. (2023). Digital Twins for Human-Robot Collaboration: A Future Perspective. Springer.
- [3] Balich N., Balich F., Balich B., Ocampo T. (CACIC 2024). Desarrollo de simulador de robótica cloud multipresencia para enseñanza de programación. XXX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC). 7 al 10 de octubre de 2024, La Plata, Buenos Aires, Argentina
- [4] Balich N., Balich F., Balich B., (CONAIIISI 2024). Simulador de robótica 3D multirobot para enseñanza de programación. 12vo. Congreso Nacional de Ingeniería Informática – Sistemas de Información (CONAIIISI). 7 y 8 de noviembre de 2024 – Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina
- [5] Kang, R., Dong, Z., & He, J. (2024). Digital twin for mobile robot modeling and simulation. Journal of Physics: Conference Series, 2803, 012060. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2803/1/012060>
- [6] Malik, A. A., Shao, G., & Tarakhovsky, J. (2024). Digital Twins for Robot

Systems in Manufacturing. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-69107-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-031-69107-2_13)

- [7] Grieves, M. (2014). Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication.
- [8] Jiménez López, E., Reyes Ávila, L. A., Martínez Molina, V. M., Sepúlveda Romo, A., Beltrán Márquez, Y., & Luna Bracamontes, A. (2023). Los gemelos digitales, la tecnología innovadora de la Industria 4.0: Aplicaciones y educación en mecatrónica. [ISBN: 978-607- 9394-28-8].
- [9] Jiménez, H., u-Hang, Y., en-Hang, W., Hung-Hsuan L., Gwo-Dong C. (2024). Digital Twins of Pet Robots to Prolong Interdependent Relationships and Effects on Student Learning Performance. IEEE transactions on learning technologies, vol. 17, 2024.
- [10] Berjón Valles, A. (2022). Desarrollo de un gemelo digital para el robot móvil Turtlebot3 usando ROS 2. Trabajo Fin de Master, ICAI – Universidad Pontificia Comillas, Madrid.
- [11] Ciuccoli, N., Screpanti, L., & Scaradozzi, D. (2024). Underwater Simulators Analysis for Digital Twinning. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3370443>
- [12] Orsolits, H., Rauh, S. F., & Estrada, J. G. (2022). Using mixed reality based digital twins for robotics education. 2022 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct).

# **EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA**



# **Retomar la clase de matemáticas a través de un chatbot**

*Pablo Carranza,<sup>1</sup> Edith Lovos,<sup>2</sup> Alejandra Marin Aranda<sup>3</sup>*

## **Resumen**

En el ámbito de la educación universitaria, los cursos de matemáticas de los primeros años se presentan para los estudiantes ingresantes como un espacio complejo, donde la motivación y el acompañamiento resultan fundamentales para evitar el abandono. En este trabajo, se presenta y describe un prototipo de chatbot que busca acompañar/invitar a los estudiantes a “regresar a la clase presencial” de manera que puedan revisar y/o resignificar conceptos y experiencias áulicas que se sucedieron en el salón de clases.

## **Introducción**

En los diferentes niveles educativos, pero principalmente en el superior, la posibilidad de acceder y usar herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) como el conocido ChatGPT de la empresa OpenAI, reavivó el debate en torno a las posibilidades, temores y desafíos que implica la adopción de la misma para llevar adelante las prácticas pedagógicas.

ChatGPT es un modelo de procesamiento de lenguaje natural (PNL) con capacidad de producir contenido en forma automática a partir de la interacción con el usuario simulando una conversación. Así, a través del procesamiento de PNL este tipo de herramientas (chatbots conversacionales) pueden comprender las preguntas que hace el usuario y generar respuestas en forma automática [1]. El potencial educativo de este tipo de modelos, se asocia a la posibilidad de brindar asistencia personalizada a los estudiantes, adaptando la enseñanza a sus necesidades, intereses y estilos de aprendizaje. Y con

---

1. Universidad Nacional de Río Negro, Sede Alto Valle. Mail: pcarranza@unrn.edu.ar

2. Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, CIEDIS. Mail: elovos@unrn.edu.ar

3. Universidad Nacional de Río Negro, Sede Atlántica, CIEDIS. Mail: mmarin@unrn.edu.ar

ello contribuir a evitar el abandono [2] en las diferentes modalidades que se presenta la educación de nivel superior actual.

En este sentido, estas herramientas, se caracterizan por la posibilidad de accederlas desde diferentes dispositivos, en cualquier momento y lugar, así como también por la diversidad de formatos de las respuestas [3,4] reforzando la idea de personalización del aprendizaje. Sin embargo, como señala Fuchs [3] no puede obviarse que la calidad de las respuestas dependerá de la diversidad y complejidad de los datos de entrenamiento, así como del contenido de las entradas (“prompts”) proporcionadas por los usuarios.

Por otra parte, estos aportes se pueden potenciar en combinación con metodologías de aprendizaje activas como el aula invertida, resultando en un asistente para el diseño y producción de contenidos en áreas curriculares complejas como el ingreso universitario en matemáticas [4].

Sobre los desafíos que presenta la adopción de este tipo de tecnologías para el aprendizaje, algunas experiencias [5,6] vinculadas a la resolución de problemas matemáticos han identificado falta de profundidad en las respuestas cuando los problemas abordan conceptos de geometría (representación a través de gráficos y ubicación espacial).

Al igual que sucedió con otras tecnologías disruptivas (RA, RV y/o juegos serios) y su adopción en el ámbito educativo, existen herramientas que permiten a los docentes pensar en la construcción de sus propios chatbots tomando como base modelos LLM de acceso libre y disponible a través de APIs. En este sentido, una revisión sistemática realizada recientemente [7] señala que avanzar en esta línea, es una oportunidad para que los docentes desarrollen habilidades de enseñanza receptiva, dada la interacción con estudiantes y tutores virtuales. El estudio también señala como aporte, el hecho de facilitar a los estudiantes, la comprensión de la sintaxis tanto en asignaturas vinculadas al aprendizaje de idiomas como en el caso de las matemáticas. En cualquier caso, estas herramientas pueden utilizarse como complemento a la práctica docente tradicional y tienen la posibilidad de integrarse a otras plataformas como por ejemplo redes sociales.

Para ello, durante el proceso de construcción del chatbot es necesario ajustar las respuestas, es decir hacerlas más precisas de acuerdo al dominio de aplicación y/o la base de datos de conocimientos propias de la institución a la que está destinado. Este proceso de optimización de la salida del LLM, se conoce como generación mejorada por recuperación (RAG por sus siglas en inglés), y usa para generar las respuestas, datos que están por fuera del conjunto usado en el entrenamiento del

LLM. En otras palabras “Redirige el LLM para recuperar información relevante de fuentes de conocimiento autorizadas y predeterminadas. Las organizaciones tienen un mayor control sobre la salida de texto generada y los usuarios obtienen información sobre cómo el LLM genera la respuesta.”[9]

En cuanto a las herramientas que pueden utilizarse para la construcción de un chatbots y que no demandan conocimientos de programación es posible mencionar Hugging Face, Poe entre otras.

A partir de lo expuesto, en este trabajo se presenta un prototipo de chatbot que si bien está pensando en el contexto de un curso de matemática destinado a estudiantes universitarios ingresantes al primer año, se puede adaptar a otros espacios curriculares, dado que el foco está puesto en proveer a los estudiantes de un recurso que les invite a “regresar a la clase” en este caso presencial, pero que podría adaptarse a otras modalidades de trabajo. El prototipo busca acompañar el proceso de aprendizaje, facilitando el acceso a la información.

## **Descripción del prototipo**

El prototipo que se describe a continuación, tiene como objetivo brindar a los estudiantes de un curso introductorio de matemáticas una herramienta de consulta, que les permita “regresar a la clase” en modo de revisión y/o resignificación de conceptos y experiencias áulicas que se desarrollaron durante la clase presencial.

El curso en cuestión se denomina “Taller de Matemática Aplicada a la Geología” y se dicta como parte del trayecto académico de primer año de la carrera de Licenciatura en Geología (en la Sede Valle de la Universidad Nacional de Río Negro). Del mismo participan más de 60 estudiantes recientemente egresados del nivel medio.

La herramienta propuesta consiste en la reunión de varias tecnologías que en una integración secuenciada permiten a los estudiantes “regresar” a las clases presenciales por tres vías alternativas:

- a) audios de las clases
- b) transcripciones de las clases
- c) consulta mediante chat por IA a las transcripciones de las clases

A partir de la experiencia docente, se propone la hipótesis que el audio y la transcripción de la clase (principalmente el audio) ayudan a los estudiantes a re contextualizar mejor los conceptos por la posibilidad de “regresar” por medio de dos sentidos (audio y vista).

La secuenciación de la herramienta se presenta en la Tabla 1 y en forma esquemática se presenta en el gráfico 1.

**Tabla1. Secuenciación de la herramienta propuesta.**

Etapa	Descripción	Herramienta
Registro Audio de clase	El docente registra el audio de sus intervenciones, explicaciones, etc.	Se utiliza un micrófono tipo corbata conectado a su teléfono
Descarga de audio de clase	Finalizada la clase, el docente almacena el archivo de audio	El alojamiento utilizado es Google drive
Transcripción automatizada del audio	Una vez subido el archivo de audio de la clase, se genera una transcripción del mismo en formato de texto	Basados en modelos de OpenAI y en particular whisperX se realiza la transcripción
Almacenamiento de la transcripción	El audio transcrito es guardado a continuación del audio de la clase anterior con un identificador de fecha	Una automatización envía la transcripción a una hoja de Google Docs
Consulta por chat	Un chat tiene acceso a la transcripción y puede responder consultas de los estudiantes	Un agente desarrollado a partir de OpenAI y utilizando una arquitectura RAG consulta la base de datos vectorial generada a partir de la transcripción
Consulta por texto	Los estudiantes tienen acceso a las transcripciones de manera completa	El enlace lee las transcripciones generadas le es facilitado a los estudiantes
Consulta por audio	La carpeta de los audios de las clases también están disponibles a los estudiantes	El enlace con derechos de lectura es facilitado a los estudiantes

La herramienta propuesta, se alimenta de los momentos de la clase que, si bien en el caso de este curso son presenciales, también podrían recuperarse de una intervención en modalidad a distancia, e inclusive combinarse.





Gráfico 1. Secuenciación de la herramienta propuesta.

En relación a su construcción, se puede resumir en dos módulos:

**Módulo 1:** ingresado el audio, un trigger detecta el ingreso, lo transcribe usando los recursos provistos por OpenAI y agrega la transcripción a la de la clase anterior. Agregada la nueva transcripción, otro trigger la detecta y lo nuevo se agrega a la base de datos vectorial.

**Módulo 2:** durante la interacción con el usuario, el chatbot le envía la consulta a un agente (gerencia) que se encarga de: interpretar la entrada del usuario, enviar la consulta a otra herramienta para buscar y recupere información de la base de datos vectorial, controla el contexto que se va acumulando y gestiona la cantidad de preguntas permitidas. Una vez evaluado todo esto, le devuelve al chat la respuesta para el usuario (estudiante).

Actualmente se está avanzando en una prueba piloto del prototipo usando como contenidos las clases sobre integrales trabajadas durante este cuatrimestre. A continuación, se presentan dos capturas de pantalla.

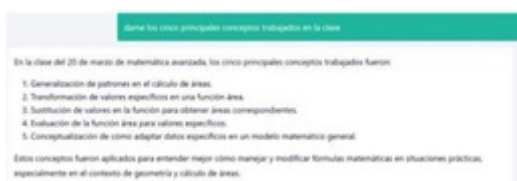


Imagen 1 - Interacción consulta 1

La respuesta ubica al estudiante en un día específico de clase, generando un resumen de lo solicitado y por último proporcionando información sobre la utilidad de los conceptos trabajados.



Imagen 2 - Interacción consulta 2

En las próximas semanas, se espera implementar una prueba con los estudiantes del curso, siguiendo las orientaciones de experiencias afines [10]. Por último y teniendo en cuenta la hipótesis presentada en la descripción del chatbot, se propone evaluar su efectividad utilizando el modelo de aceptación de tecnología (ATM) a partir del enfoque presentado en [8].

## Resultados

Aun cuando el chatbot no ha sido puesto en práctica con los estudiantes, si es posible concluir que su diseño y construcción han aportado a la formación docente y en investigación de los recursos humanos involucrados.

A futuro, está previsto dotar al docente de acceso a las conversaciones que los estudiantes entablen con el chatbot, esto permitirá avanzar en la personalización de manera que la herramienta pueda ofrecer contenido al estudiante en función de sus preguntas y de la conceptualización y contexto que el docente haya desarrollado.

## Bibliografía

- [1] IBM Cloud Education. Inteligencia artificial (IA). <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>
- [2] Fernández, A. E. (2024). Los chatbots en matemáticas. Red FACE Habla, (1).
- [3] Fuchs, K. (2023). Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: is Chat GPT a blessing or a curse?. In *Frontiers in education* (Vol. 8, p. 1166682). Frontiers Media SA.
- [4] Torres, J. J. M., Elizondo, M. G., & Dávila, M. G. M. (2025). Curso de nivelación en el área de matemáticas a través del uso de aula invertida y ChatGPT. *INNOVACADEMIA*, 1(1), 6-16.
- [5] Sureda, P., Corica, A., Parra, V., Godoy, D. and Schiaffino, S. (2024). La evaluación en educación matemática: aportes de chatbots y futuros profesores de matemática. *Edu-tec*. (89), 64–83.
- [6] Corica, A. R., Sureda Figueroa, D. P., Parra, V. E., Schiaffino, S. N., & Go-

- doy, D. L. (2024). Educación e inteligencia artificial: desempeño de chatbots y profesores de matemática en la resolución de problemas geométricos.
- [7] Olmedo, A. R. T., & Pérez, M. A. M. (2024). Revisión de la literatura para el desarrollo de un tutor inteligente chatbot del área de matemáticas en el nivel medio superior. *RILCO DS: Revista de Desarrollo sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*, 6(62), 11-26.
- [8] Chusino Chabla, L. E. (2024). Creación de un prototipo de chatbot que permita interactuar con la historia del Ecuador registrada en periódico antiguos.
- [9] AWS, "What is rag? - retrieval- augmented generation explained - aws." [En línea]. Disponible: <https://aws.amazon.com/what-is/retrieval-augmented-generation>
- [10] Ortega-Morán, B. E., Pichota- Apaña, J. R., Tapia-León, M. A., & Chiquito-Chilan, R. R. (2024). Optimización del proceso de aprendizaje de matemáticas mediante la implementación de tutorías personalizadas a través de un chatbot. *MQRInvestigar*, 8(3), 5493-5511.

# Inteligencia Artificial aplicada a la salud

*Federico D'Angiolo,<sup>1</sup> Lucas Cabot<sup>2</sup> y Fernando Asteasuain<sup>3</sup>*

## Resumen

En la actualidad, la Inteligencia Artificial (IA), resulta ser parte inherente de la vida cotidiana. En particular, es importante estudiar y aplicar, de manera responsable y segura, estos conocimientos en la salud de la población. Con este objetivo, el presente trabajo describe cómo se aplican estas técnicas de Inteligencia Artificial a la salud, desde el desarrollo de la materia “Inteligencia Artificial”, perteneciente a la Carrera Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda. Dicho desarrollo se lleva a cabo por estudiantes, docentes, e investigadores, pero, sobre todo, se hace hincapié en los estudiantes ya que, aparte del conocimiento que van construyendo a lo largo de la cursada, luego pueden continuar con esta labor en sus Tesis de Grado para finalizar la Carrera. Esto, además, contribuye con el punto de partida en sus vidas profesionales.

## Introducción

Hoy en día, la Inteligencia Artificial tiene diversas aplicaciones, por eso es importante tener en cuenta cómo se puede desarrollar en situaciones donde resulten importantes para el bien de la humanidad [1-2]. En este sentido, desde la asignatura “Inteligencia Artificial” [3], perteneciente a la Carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, se viene llevando a cabo una actividad concerniente al análisis y estudio de imágenes oculares y oncológicas, con el objetivo de predecir enfermedades. Esta actividad a su vez, tiene dos objetivos: el primero, es que al realizar esta actividad dentro de la materia, les permita luego avanzar con su Tesis de grado ya que aquí, pueden emprender sus inicios en este tipo

---

1. Departamento de Tecnología y Administración. Ingeniería en Informática. Universidad Nacional de Avellaneda. Mail: fdangiolo@undav.edu.ar.

2. Departamento de Tecnología y Administración. Ingeniería en Informática. Universidad Nacional de Avellaneda. Mail: lcabot@undav.edu.ar.

3. Departamento de Tecnología y Administración. Ingeniería en Informática. Universidad Nacional de Avellaneda. Mail: fasteasuain@undav.edu.ar

de desarrollo. Luego, como segundo objetivo, tomando en cuenta el primero, se pretende generar los inicios para que los estudiantes se puedan desarrollar tanto en el ámbito académico como en el ámbito industrial, en esta temática.

A su vez, desde un punto de vista didáctico, es interesante estudiar y observar cómo se entrelazan estas técnicas de IA comentadas, con la construcción del conocimiento en el marco de una Carrera de Grado como lo es Ingeniería en Informática. En este sentido, resulta importante estudiar los aportes en trabajos realizados donde los estudiantes aprenden de forma colaborativa y autónoma [4], teniendo en cuenta además de que es importante aprender mediante el desarrollo de una práctica, lo que a veces se conoce como “aprender haciendo” [5]. Este conjunto de exposiciones, lleva a pensar lo que se entiende como aprendizaje basado en retos [6], donde el estudiante se inserta en una situación problemática real, la cual en este caso se puede entender como la IA aplicada en salud.

En este sentido, el problema puede tener una posible solución, pero acotada dentro de lo que se pretende en la materia, es decir, no se busca obtener un producto comercial, sino que el estudiante tenga sus inicios para luego, de acuerdo a la motivación, se pueda continuar como un tema de investigación, donde se podrá ir aumentando progresivamente, el nivel de precisión en los algoritmos como así también el conocimiento en la temática.

## **Marco conceptual**

La materia Inteligencia Artificial se encuentra en el noveno cuatrimestre de la Carrera Ingeniería en Informática, del Departamento de Tecnología y Administración de la Universidad Nacional de Avellaneda. En este sentido, los estudiantes que llegan a esta materia, ya tienen conocimientos de programación, matemática, física y hardware suficientes para comprender los temas que conciernen a la IA. Con toda esta base, se construyen y aplican los conocimientos para comprender distintas ramas de la IA, como, por ejemplo, Machine Learning (ML) y Deep Learning (DL) [3]. Si bien la IA contiene muchos otros temas, ciertamente en esta materia, se aplican estos a modo introductorio para que los estudiantes tengan sus inicios. Luego, a medida que cada estudiante aplique estos temas en su vida profesional, se podrán ir complementando con otras temáticas.

Dado que la materia contiene temas de ML y DL, la misma comienza con una introducción a Regresión Lineal para luego pasar por los

distintos clasificadores y luego concluir con técnicas de Clustering. Cada uno de estos temas, se separa en TLs (Trabajos de Laboratorio), los cuales se desarrollan a través de informes y exposiciones orales. Luego, una vez concluidos estos TLs, se realiza el TL Final, el cual es un trabajo que desarrollan los estudiantes en base a los temas aprendidos o que quieran aprender, tomando como base lo construido en estos temas. Aquí, en el TL final, es entonces donde se nota la aplicación de IA en salud. Cabe destacar que los trabajos se pueden realizar de forma grupal ya que esto contribuye a la formación profesional, dado que muchas veces en los ámbitos laborales, resulta importante el desarrollo social entre personas, sobre todo, en lugares donde interactúan personas con distintos saberes y conocimientos.

Desde el 2020, se promueve el análisis de imágenes utilizando CNN (Convolutional Neural Network, en inglés), aplicadas a Retinopatía Diabética para el análisis y prevención de estas enfermedades. En el año 2023 se prosiguió con esta temática, pero aplicada en imágenes de Oncología para el Cáncer de Mama. Estas temáticas desembocaron en temas de Tesis de estudiantes los cuales permitieron y permiten, no sólo la finalización de la Carrera sino también sus inicios en la investigación, ya sea en el ámbito académico o en el ámbito industrial. A su vez, el trabajo realizado sobre la base de Retinopatía Diabética, fue presentado en CONAIISI 2024.

Sobre la base de estos puntos, a continuación, se comenta la experiencia basada en análisis de imágenes con aplicación en IA.

## **Descripción de la experiencia**

La materia se constituye de Trabajos de Laboratorio los cuales aplican conceptos de Ciencia de Datos, donde se pueden desarrollar aplicaciones sobre el tratamiento de datos, para luego pasar a la parte de Regresión Lineal recorriendo a continuación, la parte de Clasificadores, donde se incluyen Redes Neuronales. Para finalizar la construcción del conocimiento, se propone un Trabajo Final donde los estudiantes puedan elegir la temática de interés, basada en algunos de estos temas. Es aquí entonces donde se propone, para quienes estén interesados, la temática de procesamiento de imágenes mediante IA, en salud. Hasta este momento, dado que los estudiantes ya adquirieron conocimientos de otras materias previas y, además, ya conciliaron el aprendizaje hasta aquí sobre esta materia, es donde comienza la experiencia de estudiar y analizar imágenes en IA. El contexto se da dentro de la materia, donde los estudiantes llegan a la misma con

un caudal de conocimientos adquiridos en materias anteriores. Para esto, a continuación, se comentan los proyectos realizados, dando previamente, el contexto de IA en salud.

## **Contexto de IA en Salud**

Como se mencionó anteriormente, la IA ha transformado significativamente el ámbito de la salud, ofreciendo soluciones innovadoras que mejoran considerablemente la atención al paciente y optimizan los procesos clínicos [1-2]. La pandemia de COVID-19 ha acelerado este cambio, permitiendo que la atención médica no dependa exclusivamente de visitas a clínicas. Gracias a la adopción de nuevas tecnologías, los médicos pueden atender a los pacientes de manera remota, obteniendo resultados efectivos en un tiempo reducido. Asimismo, esta modalidad es especialmente beneficiosa para campañas en áreas de escasos recursos que carecen de la infraestructura necesaria para la atención hospitalaria.

Dada esta situación, se ha decidido enfocar esfuerzos en proyectos de IA aplicados a la salud, ya que estos pueden mejorar notablemente la calidad de atención y los diagnósticos médicos. Sin embargo, trabajar con temas relacionados a la salud aplicando IA requiere una consideración cuidadosa de la ética y la regulación, asegurando la privacidad y la seguridad de los datos de los pacientes, así como el cumplimiento de las normativas de salud y tecnología vigentes.

## **Proyectos en el área de salud con IA**

Para mejorar la detección temprana de enfermedades y brindar un diagnóstico más preciso, se ha trabajado en el desarrollo de dos TLs finales significativos en el desarrollo de la materia de IA: Detección Temprana de Retinopatía Diabética [11-12] y Detección de Cáncer de Mama [9].

• **Detección Temprana de Retinopatía Diabética:** Este proceso implica el análisis de grandes volúmenes de datos clínicos, como retinografías (es decir, imágenes de la retina ocular) con el objetivo de identificar patrones que faciliten el diagnóstico temprano de enfermedades [11-12].

Al momento de trabajar con estas fuentes de datos [10], se descubrió una serie de problemas o limitaciones que no permitía obtener una detección correcta: en el caso de las retinografías se han presentado

problemas con el campo de visión/perspectiva utilizados en los retinógrafos, lo cual afectaba las dimensiones de las imágenes, haciendo que se vean desde muy cerca o muy lejanas. También, las imágenes presentaban ruido de píxeles, especialmente en los contornos, provenientes del tipo de retinógrafo utilizado. Además, no se contaban con suficiente cantidad de imágenes para cada tipo de clase (pudiendo ser: leve, moderada, severa, proliferante o sin retinopatía), haciendo que las mismas estuviesen desbalanceadas. Por otro lado, en el caso de las ecografías, también se presentó un problema similar, ocasionando que las imágenes tengan dimensiones distintas o tengan píxeles negros en zonas no deseadas, afectando la predicción o brindando la posibilidad de interpretar tumores en zonas que no correspondían.

Dadas estas situaciones, fue fundamental en esta etapa aplicar técnicas de procesamiento de imágenes y filtrado de datos para lograr mitigar o eliminar datos que no son necesarios o que pueden aportar ruido o interferir en la detección. De esta manera, se logró mejorar considerablemente los resultados de detección obtenidos. A continuación, se observan imágenes tratadas durante el curso en el área comentada:

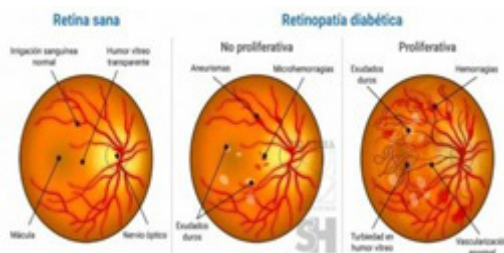


Fig.1. Imágenes a clasificar por las redes neuronales que trataron los estudiantes [7].

En la Fig. 1 se muestran las imágenes que permiten entender lo que es una retina sana y una diabética. Esta base es la que se usa en las redes neuronales convolucionales (CNN), tratadas por los estudiantes para poder clasificar imágenes [7-8].

- **Detección de Cáncer de Mama:** En este proyecto, se crean modelos que permiten predecir la progresión de enfermedades, más precisamente, en Cáncer de mama, lo que posibilita intervenciones más efectivas. Por ejemplo, se busca clasificar el grado de severidad de la misma, es decir, determinar si se trata de un tipo de cáncer benigno o maligno. Además, se promueve la implementación de herramientas



que asistan a los médicos en la toma de decisiones basadas en datos, como el desarrollo de aplicaciones para generar historias clínicas con los resultados de las detecciones realizadas por la IA.

En la siguiente figura, se observan imágenes de tumores benignos y sus rotaciones, para su posterior análisis:

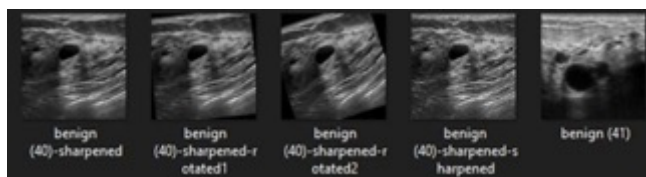


Fig.2 Imágenes a clasificar por las redes neuronales que trataron los estudiantes [9].

En la Fig.2, se tratan imágenes de tumores benignos tratadas por los estudiantes durante el curso, en el trabajo final.

La efectividad de estos proyectos depende de un análisis exhaustivo de las fuentes de datos. Por lo tanto, se ha decidido trabajar con redes neuronales convolucionales en el análisis de imágenes médicas, ya que se ha comprobado que tiene un grado de efectividad muy grande y que son muy útiles a la hora de trabajar en este tipo de proyectos.

A través de estas experiencias, se ha evidenciado que la IA no solo mejora la eficiencia en el sector salud, sino que también transforma la manera en que se brinda atención a los pacientes, haciendo que los tratamientos sean más personalizados y efectivos.

Además de esto, los estudiantes pueden conjugar distintas áreas cursadas en la Carrera, no solo la perteneciente a la materia IA sino a materias que tienen en cuenta procesamiento de imágenes y su matemática asociada. Sumamos, además, el importante aporte que tienen estos trabajos en el inicio de sus Tesis de Grado, ya que estas toman como base, lo desarrollado en estas materias. Sobre esta experiencia, se tuvo el agrado de ver cómo los estudiantes continúan luego de sus Tesis, con estos avances, mejorando cada detalle en posteriores trabajos de investigación. Es importante comentar que en el caso del Análisis de Retinopatía Diabética, el mismo se presentó como publicación en CONAIISI 2024 en la categoría de trabajos estudiantiles, siendo este, el ganador del primer premio. Esto muestra el gran esfuerzo por parte de estudiantes y docentes, sobre todo, en la motivación que ellos tienen a la hora de desarrollar y mejorar estos temas dentro de la materia.

## Resultados

Luego de haber aplicado estas prácticas relacionadas con el procesamiento de imágenes mediante IA, se pudieron observar distintas fortalezas:

- 1) Motivación por parte de los estudiantes en el área de IA aplicada a la salud mediante imágenes, para luego continuar esta temática en sus Tesis de Grado.
- 2) Se desarrolla la capacidad crítica a la hora de trabajar, dado que se estudia cómo deberían ser los resultados la hora de clasificar imágenes, sobre todo en salud, dada su criticidad sobre el paciente.
- 3) Se incentiva el área de investigación, tanto en la academia como en la industria, teniendo en cuenta el auge en esta área y su aplicación. Esto a su vez, compone con mayor fuerza el área de investigación dentro de la Universidad Nacional de Avellaneda, en la Carrera de Ingeniería en Informática, donde se viene trabajando hace unos años en el área de IA aplicado a Data Centers, imágenes, Verificación formal del Software y algoritmos para Vehículos Autónomos.
- 4) Aplicación de filtrado de imágenes. Aquí, hay que estudiar previamente cómo se distribuyen las imágenes en cuanto a colores, brillos, sombras y otras características para que la CNN pueda trabajar correctamente. Esto es, no resulta conveniente aplicar directamente la Red Neuronal, sin haber estudiado las imágenes previamente. Este trabajo es de gran importancia en el desarrollo que realizan los estudiantes.
- 5) Incentivo a estudiar otras arquitecturas de CNN. En ésta área, existe un gran número de Redes Neuronales las cuales, según su forma de computar, pueden tener mejores prestaciones sobre las imágenes, por eso, resulta importante estudiar las distintas arquitecturas y analizar cuál es la mejor.
- 6) Relacionar esta temática con otras asignaturas de la Carrera. En este sentido, al estudiar imágenes, es inmediata la relación que existe con otras materias donde se adquieren conocimientos de matemática, física y programación. Dado que esta materia se encuentra casi en el final de la Carrera, resulta importante la correlación con otros temas aprendidos.

Como debilidades, se observa que los conjuntos de datos o datasets, pueden ser adquiridos en distintos lugares de la web o mediante

papers, pero a veces resulta difícil poder fabricar uno propio dada la meticulosidad y la precisión de las imágenes, sobre todo en áreas sensibles como la salud. Además, a veces resulta necesario, según la arquitectura utilizada, placas de video especializadas para el gran volumen de datos que se debe manejar.

## **Implicaciones**

Sobre la base de lo desarrollado y aprendido, se pretende establecer las ideas básicas de CNN como así también otras técnicas como por ejemplo, Clustering en imágenes como así también estudiar otras que permitan tener una mejor precisión a la hora de obtener resultados ya que resulta importante tener buenos resultados en lo que la salud necesita.

Dado que en distintas publicaciones se tratan estos temas, resulta interesante, como forma de profundización, buscar y entender los distintos conjuntos de datos que se pueden proveer en dichas publicaciones, sobre todo por una actualización en esta temática dado que en el día a día, se pueden obtener más y mejores datos.

Desde el punto de vista de la didáctica, los estudiantes que van progresando, se los invita a participar en los siguientes cuatrimestres para que puedan colaborar con los estudiantes nuevos como así también, que puedan comentar sus experiencias para generar una motivación mayor sobre quienes están interesados. Esto además, genera una realimentación social, para quienes cursan.

Por otro lado, desde la Universidad, se fomenta que cada vez más estudiantes, puedan ser motivados por esta labor ya que así se podrá consolidar gente interesada en esta temática de gran interés.

## **Agradecimientos**

Esta labor fue gracias a docentes, estudiantes e investigadores relacionados con la temática como así también a todas las personas que construyen la Carrera día a día, en especial, a la Universidad.

## **Referencias**

- [1] Pranav, Rajpurkar., Emma Chen., Oishi Banerjee ., Eric J.:AI in health and medicine. Nature Medicine. 2022
- [2] Nigam H. Shah., John D. Halamka., Suchi Saria.: A Nationwide Network of Health AI Assurance Laboratories. JAMA 2024.

- [3] D'Angiolo, Federico., Cabot, Lucas. Inteligencia Artificial. Ingeniería en Informática, UNDAV. 2025. Material de la asignatura "Inteligencia Artificial"
- [4] Dure, D., Barabas, L., y Acevedo J., "La impresión 3d en el proceso de enseñanza: El desafío del diseño", TEYET 2024. ISBN:978-987-3977-95-4
- [5] Zaradnik, I., Slawiski, J., Canziani, M., y Tantignone H., "Uso de Simulador para el análisis de filtros de Compatibilidad Electromagnética", TEYET 2023. ISBN:978-987-46875-6-2
- [6] Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos.
- [7] Tesis de Grado. Detección Temprana de Retinopatía Diabética mediante Algoritmos de Inteligencia Artificial. Lucas Cabot. 2021.
- [8] Cabot, D'Angiolo. Detección Temprana de Retinopatía Diabética mediante Algoritmos de Inteligencia Artificial. CONAIISI 2024.  
Informe final. CNN en Cáncer de mama. Lucio Ayala. 2023.
- [10] Kaggle. Fuente de datos - RD, 2019.
- [11] Mayo Clinic. Retinopatía Diabética, 2018.
- [12] Mayo Clinic. Tratamiento Retinopatía Diabética, 2018.

# Trabajo en red: la experiencia de la Universidad de Lanús con las Escuelas Técnicas y Fundación Siemens a través de Solid Edge

*Laura Zulema Antoniuk y Vidal<sup>1</sup>*

## Resumen

El artículo describe la experiencia de la Universidad Nacional de Lanús (UNLa) en la implementación del software Solid Edge en escuelas técnicas. El programa de formación, que articula la universidad con las escuelas técnicas y Fundación Siemens, busca capacitar a los alumnos en diseño asistido por computadora (CAD) y prepararlos para la certificación internacional. Los resultados muestran un alto índice de certificación entre los estudiantes, lo que sugiere la efectividad del método de enseñanza. Sin embargo, el estudio también señala áreas de mejora, como la necesidad de reducir el ausentismo, ofrecer mayor flexibilidad en el curso y proporcionar apoyo adicional a los estudiantes con dificultades. La encuesta realizada a los estudiantes revela un alto nivel de satisfacción general con el curso, aunque se sugiere aumentar su duración, mejorar las condiciones de los equipos y ampliar la variedad de ejercicios prácticos.

**Palabras clave:** Solid Edge, educación técnica, diseño CAD, articulación educativa, certificación.

## 1. Introducción

En un mundo laboral cada vez más exigente, la formación de profesionales con habilidades técnicas actualizadas se ha convertido en una prioridad. La brecha entre la educación tradicional y las demandas de la industria destaca la necesidad de estrategias innovadoras que permitan a los estudiantes adquirir las competencias necesarias para el éxito profesional. En este contexto, la articulación entre universidades y escuelas técnicas emerge como una estrategia clave para fortalecer la educación en tecnología. Este trabajo se centra en el análisis de una experiencia concreta de articulación, donde se implementó el software Solid Edge de Siemens en escuelas técnicas, con el objetivo

---

1. Desarrollo Productivo y Tecnológico (UNLa). Mail: lauraantoniuk@yahoo.com.ar

de evaluar su impacto en la formación de los estudiantes y proponer recomendaciones para futuras iniciativas.

## **2. Marco Teórico Conceptual**

Solid Edge es un software de diseño mecánico 3D, fabricado por Siemens PLM Software. El programa Solid Edge se centra en la formación de estudiantes de nivel secundario técnico, buscando dotarlos de habilidades esenciales en el ámbito de la digitalización y el diseño asistido por computadora (CAD). La integración de teoría y práctica en este contexto resulta fundamental para la certificación de Prácticas Profesionalizantes y el desarrollo de competencias técnicas que respondan a las demandas del mercado laboral actual. Hoy día, las multinacionales de todos los campos de la mecánica, aeronáutica, automoción, maquinaria, etc., utilizan profusamente el CAD en todas las áreas de diseño. Disponen de cientos de estaciones de trabajo gráficas, dedicadas al diseño, dibujo, cálculo y simulación. [1]

Solid Edge es un programa parametrizado de diseño asistido por computadora (CAD), fácil de aprender y usar, incluso para usuarios sin experiencia previa en CAD. El diseño CAD ha transformado la manera en que se conciben y desarrollan productos, permitiendo a los estudiantes interactuar con tecnologías de vanguardia. Es una aplicación informática de diseño industrial que se usa para crear prototipos y dibujos en 2D y 3D. Esta herramienta es la última tecnología de fabricación digital, proporcionando un entorno intuitivo dirigido por modelo para el desarrollo de productos rápido y preciso. El ambiente flexible del programa permite al usuario realizar tareas sencillas como modificaciones básicas hasta trabajos avanzados con funcionalidad completa integrada. Para los ingenieros industriales, Solid Edge ofrece muchas características para mejorar su flujo de trabajo, incluidos análisis estructurales integrados, simulación dinámica e inteligencia artificial. Un curso de Solid Edge puede ayudar a los profesionales a optimizar sus habilidades en este software robusto y altamente versátil; además les permitirá comprender los conceptos fundamentales detrás del diseño industrial moderno. Adquirir nuevas destrezas sobre cómo utilizar esta plataforma innovadora le da al alumno las herramientas necesarias para abordar problemas relacionados con el diseño, así como llevarlos a cabo con éxito.

El marco teórico que sustenta esta experiencia se basa en varios pilares:

Educación Técnica y Digitalización: La educación técnica en el

ámbito de la ingeniería y el diseño es crucial para la formación de profesionales capacitados en el uso de herramientas digitales. La digitalización ha revolucionado la industria, y la incorporación de herramientas como Solid Edge permite a los alumnos desarrollar habilidades prácticas en un entorno de trabajo real.

**Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** Este enfoque educativo promueve el aprendizaje activo y la aplicación de conocimientos en situaciones reales. El docente se ocupa de lo que mejor sabe hacer: orientar, dinamizar, aportar criterios, organizar el conocimiento, etc. Renuncia a ser la única fuente de conocimiento y pasa a ser un gestor del aprendizaje de sus alumnos. Vergara Ramírez en *Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en Proyectos (ABP) paso a paso* [2] expresa que estamos en la era de la información donde se requiere de ciudadanos capaces de entender la complejidad de las situaciones, el incremento exponencial de la información y adaptarnos creativamente a la velocidad del cambio. A través del desarrollo de proyectos en Solid Edge, los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también aplican estos conceptos en la creación de modelos 3D y ensambles, lo que facilita una comprensión más profunda del material.

**Certificación Internacional:** La propuesta educativa incluye la posibilidad de obtener una certificación internacional en Solid Edge, brindando a los alumnos un reconocimiento formal de sus competencias. Este aspecto es fundamental, ya que valida la formación recibida y mejora la empleabilidad de los egresados.

## 2.1. Antecedentes

Si bien son muchos los campos de acción en donde el diseño CAD cumple un rol importante son pocos los trabajos académicos en el área de la educación en las ciencias; a continuación, se presentarán algunos de ellos.

En el trabajo *Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de tecnología en centro de secundaria de Jaén* [3] se realiza un análisis de los principales programas CAD y determina su utilidad en el ámbito educativo. El autor afirma que los alumnos comprenden mejor los contenidos curriculares del dibujo y diseño.

Fernández Ugalde en *Uso del programa Solid Edge para la mejora de la comprensión de la perspectiva isométrica y vistas para la asignatura de tecnología en segundo de la ESO* [4] desarrolla un trabajo fin de máster sobre el uso del programa Solid Edge. El trabajo concluye

que el programa Solid Edge cumple con las características que un programa CAD debe tener para el ámbito educativo.

Por otro lado, se ofrecen cursos de Solid Edge en las siguientes instituciones:

- Universidad Tecnológica Nacional, facultad Regional General Pacheco y Regional Buenos Aires ofrecen cursos de capacitación.
- DEPLM, División Software Descar Argentina S.R.L. ofrece cursos virtuales para obtener conocimiento práctico sobre Solid Edge desde casa u oficina.
- Prismacim ofrece cursos con temarios preestablecidos y formaciones personalizadas, tanto insitu como online.

## *2.2. Objetivos Generales del Curso*

El programa de formación tiene como principales objetivos:

**Desarrollo de Habilidades Digitales:** Capacitar a los alumnos en el uso de herramientas CAD, desarrollando competencias en la creación y manipulación de modelos 3D.

**Incorporación de Conceptos Fundamentales:** Ofrecer una base sólida en los conceptos de diseño asistido por computadora, incluyendo operaciones básicas, tratamientos y procedimientos de modelado.

**Preparación para la Certificación:** Proveer las herramientas necesarias para que los estudiantes puedan acreditar los procedimientos de certificación internacional de Solid Edge.

## **3. Desarrollo**

La Universidad Nacional de Lanús (UNLa) es una Universidad pública con sede central en la localidad bonaerense de Remedios de Escalada, en el partido de Lanús. Desde 2022, la Universidad, por medio del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, ha implementado un programa de formación en diseño asistido por computadora articulando con la Escuela Técnica N°5 de Lomas de Zamora, ubicada en Temperley. Este programa, gestionado por el profesor Alejandro Tornay, director de la Licenciatura en tecnología Ferroviaria, ha beneficiado a 120 estudiantes del último año de secundaria técnica en su primera edición, y se ha continuado con 100 alumnos en 2023 y 111 en 2024. La actividad se enmarca en las Prácticas Profesionalizantes que los estudiantes del séptimo año de las escuelas técnicas de la Provincia de Buenos Aires deben cumplir.



mentar; las mismas se ejecutan por medio del COPRET (Consejo provincial de Educación y Trabajo que articula la vinculación entre la educación y el sector socio productivo), siendo la UNLa una entidad registrada como oferente. Las clases son impartidas en grupos reducidos, proporcionando así una atmósfera favorable para interaccionar entre compañeros y profesores.

La implementación del curso es posible gracias a la colaboración de la fundación Siemens, que capacitó previamente a los docentes de la Universidad de Lanús. Estos profesionales participaron en un curso especializado diseñado para equiparlos con las herramientas necesarias para enseñar a los estudiantes el uso del software Solid Edge.

El programa se estructura en torno a cuatro ejes fundamentales relacionados con el uso de Solid Edge:

- Construcción de Operaciones Base: Los estudiantes aprenden a realizar extrusiones de bocetos y a manejar la adición o sustracción de material, conceptos esenciales en el diseño CAD.
- Construcción de Operaciones de Tratamiento: Se introducen técnicas como la creación de redondeos y chaflanes, así como combinaciones entre caras, que son fundamentales para el acabado y optimización de los modelos.
- Construcción de Operaciones de Procedimiento: Los alumnos se familiarizan con la colocación y edición de agujeros, así como la creación de patrones rectangulares y circulares, habilidades necesarias para la elaboración de piezas complejas.
- Modelado de Conjuntos o Ensamblajes: Se enseña a los estudiantes a colocar piezas en conjunto utilizando herramientas como FlshFit y a diseñar en un contexto de conjunto síncrono, lo que les permite comprender la interacción entre múltiples componentes en un diseño.

En una misma pieza de Solid Edge, hay archivos de la pieza (.par) orientado al modelado 3D y creación de prototipos, luego se dispone del archivo de plano (.dft) orientado al modelo 2D y generación de planos, según sea necesario durante el proceso creativo. Esta versatilidad reduce drásticamente el tiempo necesario para diseñar nuevos componentes y productos desde cero; además, hace más sencillo realizar cambios posteriores si fueran necesarios debido a errores u otros motivos relacionados con el rendimiento o la producción industrial.

Si bien es un curso que podría dictarse en forma totalmente virtual, se decidió hacerlo presencial para incentivar a los estudiantes

a acceder a ámbitos universitarios, tener experiencias educativas en instalaciones del nivel educativo superior y recibir capacitaciones con docentes universitarios con finalidades propedéuticas, es decir incentivarlos a continuar estudios superiores, verificando ellos mismos que están en condiciones de experimentar aprendizajes de esa naturaleza, además del impacto que genera en su formación para el trabajo.

El curso está a cargo de una docente perteneciente al plantel docente de la Universidad y se dicta en cinco clases. En la primera clase, se presentan los lineamientos generales del curso, se proporciona el enlace de acceso al campus virtual de Solid Edge, así como el enlace para descargar el software, el cual requiere según la versión que descarguen 4 GB a 6 GB de RAM y un I5/i7. Además, se introduce a los alumnos en el abocetado 2D, complementado con recursos didácticos como videos explicativos en YouTube y documentos PDF que detallan el desarrollo de cada actividad, permitiendo la práctica en sus respectivos hogares.

La segunda clase se centra en el abocetado 3D, donde aprenden a crear modelos tridimensionales. La tercera clase está dedicada al ensamblaje y modificaciones de piezas, ampliando las habilidades prácticas de los estudiantes. La cuarta clase se reserva para resolver dudas y consultas sobre piezas que los alumnos no pudieron realizar por su cuenta. Finalmente, la quinta clase consiste en un examen de certificación online, donde aquellos que logran aprobar obtienen un certificado internacional al instante. Para aquellos estudiantes que no logran acreditar en la primera oportunidad, la docente facilita tiempo y espacio para que tengan la posibilidad de presentarse en otras dos ocasiones, previa consulta sobre las dificultades que se les presentaron.

Al finalizar el ciclo se les ofrece participar de una encuesta anónima sobre el desarrollo del curso y su participación en el programa de capacitación.

Las actividades se desarrollan en el aula instalaciones del laboratorio Universitario de Matemática y Cálculos Aplicados -LUMCA del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico de la Universidad de Lanús, que cuenta con aproximadamente 20 computadoras conectadas a internet, lo que permite a los estudiantes acceder a los recursos digitales necesarios para su aprendizaje. Esta infraestructura, junto con la capacitación docente y el contenido del curso, ha proporcionado una experiencia educativa enriquecedora y orientada a la práctica, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral en el ámbito del diseño técnico (Fig.1)



Fig.1- Grupo de estudiantes en una clase de Solid Edge

El presente trabajo se centra en la experiencia llevada a cabo en el año 2024. El curso se organizó en 4 grupos de 27, 25, 28 y 31 estudiantes, que concurrieron durante los meses de agosto a diciembre según el cronograma que se presenta en la figura 2.

Fecha	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
clase 1	27-ago	23-ago	27-sept	1-oct
clase 2	3-sept	30-ago	4-oct	15-oct
clase 3	10-sept	6-sept	18-oct	2G-oct
clase 4	17-sept	13-sept	25-oct	5-nov
evaluación- 1° intento	24-sept	20-sept	1-nov	12-nov
evaluación- 2° intento	1-oct	24-sept	12-nov	1G-nov
evaluación- 3° intento		1-oct	1G-nov	10-dic

Fig. 2- Cronograma grupos

## 4. Resultados obtenidos y análisis

### 4.1. Certificaciones

La figura 3 muestra sobre el total de alumnos que participaron del curso en cada grupo, la cantidad que no concurrió a ninguna clase, certificó o no lo consiguió.

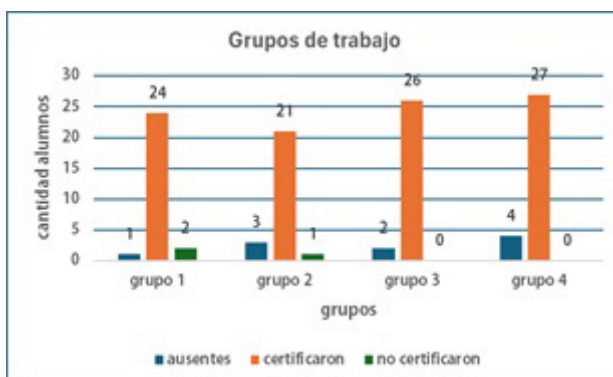


Fig. 3- Grupos de trabajo

Analizando estos resultados, se pueden obtener varias conclusiones:

- Alto índice de certificación:

En general, el curso tuvo un alto índice de certificación, con un porcentaje significativo de alumnos que lograron superar las evaluaciones. Esto indica que el contenido del curso y la metodología de enseñanza fueron efectivos para la mayoría de los estudiantes. Una de las formas de medir la calidad de la educación es a través del rendimiento académico, así lo expresa Marchesi en *Un sistema de indicadores de desigualdad educativa* [5]. Del total de 111 alumnos, 98 alumnos certificaron, lo que da un porcentaje de certificación del 88.28%.

- Ausentismo:

Se observa un nivel de ausentismo en todos los grupos, lo que podría indicar la necesidad de investigar las razones detrás de estas ausencias. La suma de los ausentes es de 10 alumnos, lo que significa un 9% del total de alumnos.

- Necesidad de segundas y terceras oportunidades:

Un número considerable de alumnos necesitó segundas o terceras oportunidades para certificar (Fig. 4).

Cantidad estudiantes	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1er intento	21	17	22	24
2do intento	3	3	4	3
3er intento	0	1	0	0
no certificó	2	1	0	0
ausentes	1	3	2	4
total	27	25	28	31

Fig. 4- Resumen certificaciones

Esto sugiere que:

1. La complejidad del software Solid Edge puede requerir más tiempo y práctica para algunos estudiantes.
2. No han dedicado el tiempo mínimo requerido para conocer el uso de sus controles de diseño. Al respecto Feito en *Familias y escuela: Las razones de un desencuentro* [6] establece que la enseñanza virtual requiere que el alumnado tenga fuerza de voluntad y cuente con apoyo familiar para su correcta implementación.

- Variabilidad en el rendimiento entre grupos:

Aunque todos los grupos tuvieron un alto índice de certificación, se observa cierta variabilidad en el rendimiento entre ellos.

El grupo 3 fue el que tuvo mayor cantidad de certificaciones en primera instancia. El grupo 1 y 2 fueron los que más alumnos necesitaron de segunda o tercera instancia para certificar. El grupo 4 es el que tuvo mayor cantidad de ausentes.

#### 4.2. Aprendizajes Clave

- Efectividad del Método de Enseñanza: Se ha comprobado que la metodología utilizada en el curso es efectiva, ya que un 90 % de los estudiantes logró aprobar. Esto indica que los contenidos fueron comprendidos y que las estrategias de enseñanza se adaptaron bien a las necesidades del grupo.
- Compromiso de los Estudiantes: La asistencia es un factor crucial para el éxito en el aprendizaje. Aunque muchos estudiantes aprobaron, la falta de asistencia de algunos ya sea por motivos

laborales u otros, sugiere que se necesita una mejor planificación para facilitar la participación.

4.3. Encuesta a los estudiantes

1. ¿Cómo calificarías tu experiencia general en el curso?

La gran mayoría de los estudiantes (75%) calificó su experiencia en el curso como “excelente”, y el 25% restante como “buena”, lo que indica un alto nivel de satisfacción general (Fig.5)

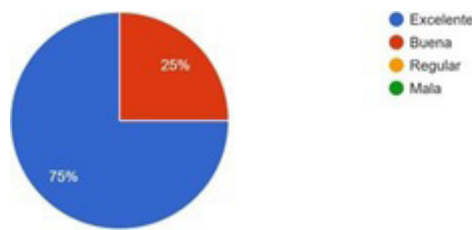


Fig.5- Pregunta 1

2. El contenido del curso ¿cumplió con tus expectativas?

El contenido del curso cumplió o superó las expectativas de todos los estudiantes, con un 62,5% que se mostró “totalmente de acuerdo” y un 37,5% “de acuerdo” (Fig. 6).

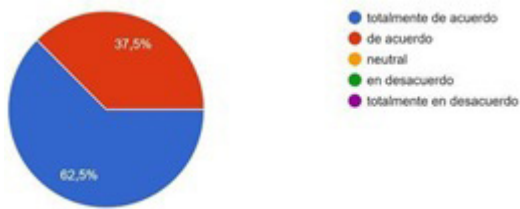


Fig.6- Pregunta 2

3. ¿Qué tan útil consideras que fue el material de apoyo proporcionado?

El material de apoyo proporcionado fue altamente valorado, con un 87,5% de los estudiantes que lo consideraron “muy útil” y un 12,5% “útil” (Fig.7)

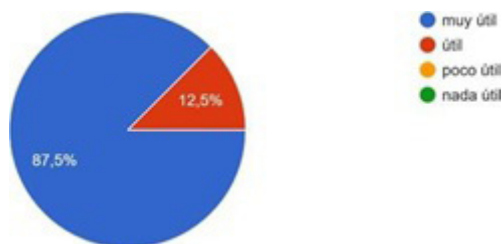


Fig.7- Pregunta 3

4. ¿Recomendarías este curso a otros estudiantes?

Un 75% de los estudiantes “definitivamente” recomendaría el curso a otros, y un 25% “probablemente” lo haría, lo que demuestra un alto nivel de confianza en la calidad del curso (Fig.8).

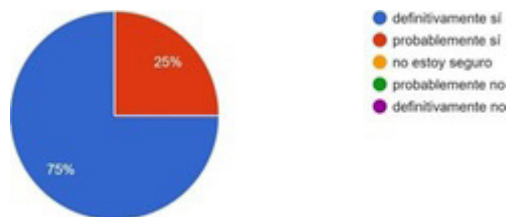


Fig.8- Pregunta 4

5. ¿Cuánto tiempo dedicaste a la práctica fuera de las clases?

El tiempo dedicado a la práctica fuera de las clases es un indicador crucial del compromiso de los estudiantes y de la efectividad del curso para fomentar el aprendizaje autónomo. Según los resultados de la encuesta, un 87,5% de los estudiantes dedicó entre 1 y 2 horas a la semana a practicar Solid Edge fuera de las clases. Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes encontraron tiempo para reforzar sus habilidades, lo cual es muy positivo. Un 12,5% de los estudiantes dedicó menos de 1 hora a la semana a la práctica. Aunque esta cifra es menor, es importante considerar los posibles factores que influyen en la disponibilidad de tiempo de los estudiantes (Fig. 9). El hecho de que la gran mayoría de los estudiantes practiquen regularmente indica que el curso logró motivarlos a seguir aprendiendo fuera del aula.

El tiempo de práctica es esencial para consolidar los conocimientos adquiridos en el curso y desarrollar habilidades prácticas en Solid Edge.

Sería útil investigar más a fondo las razones por las que algunos estudiantes dedican menos tiempo a la práctica. Esto podría ayudar a identificar posibles obstáculos y a implementar estrategias para fomentar una mayor participación. Es importante considerar que, en la educación técnica, la práctica es fundamental, y que dedicar tiempo fuera de las clases, ayuda al estudiante a afianzar los conocimientos adquiridos.

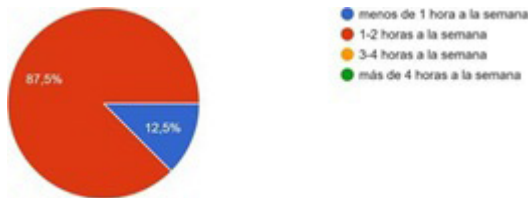


Fig. 9-Pregunta 5

6. ¿Cómo evaluarías la calidad del instructor/a?
- La calidad del instructor fue calificada como “excelente” por el 87,5% de los estudiantes y como “buena” por el 12,5% restante, lo que indica un alto nivel de satisfacción con la enseñanza (Fig.10).

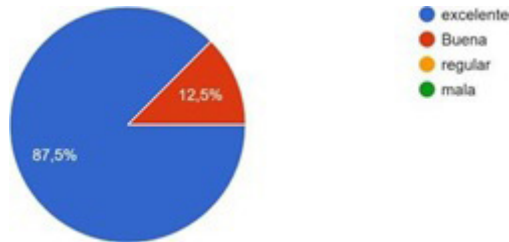


Fig. 10- Pregunta 6

7. ¿Qué aspectos del curso consideras que podrían mejorarse? (pregunta abierta)
- Varios estudiantes expresaron el deseo de que el curso tuviera una mayor duración para poder profundizar en las herramientas del programa. Algunos estudiantes mencionaron la necesidad de mejorar las condiciones de las computadoras utilizadas en el curso. Al respecto vale mencionar que la fundación Siemens realizó recientemente la donación de 35 notebook a la Universidad de Lanús, en contraprestación. Además, sugirieron aumentar la variedad de ejercicios prácticos para reforzar el aprendizaje.



Expresaron el deseo de realizar cursos más avanzados de Solid Edge y otras oportunidades de capacitación para los estudiantes que completaron el curso.

8. ¿Tienes alguna otra sugerencia o comentario adicional? (pregunta abierta).

Algunos estudiantes comentaron que les gustaría tener la oportunidad de seguir capacitándose, tanto en el programa brindado, como en otros.

En general, la encuesta revela un alto nivel de satisfacción de los estudiantes con el curso Solid Edge nivel 1. Los estudiantes valoraron positivamente la experiencia general, el contenido del curso, el material de apoyo, la calidad del instructor y la recomendación del curso. Sin embargo, también se identificaron áreas de mejora relacionadas con la duración del curso, los equipos de trabajo y la variedad de ejercicios prácticos. Además, se sugirió ofrecer oportunidades de capacitación continua para los estudiantes.

#### *4.4. Análisis final*

Del análisis realizado teniendo en cuenta el rendimiento dado por las certificaciones y la encuesta sobre la percepción de los estudiantes acerca del programa Solid Edge, se pueden visualizar las siguientes fortalezas y debilidades:

##### Fortalezas

- **Alto Porcentaje de Aprobación:** Un 90% de aprobación refleja un buen desempeño y sugiere que los estudiantes están adquiriendo las competencias necesarias.
- **Metodología Adaptativa:** La capacidad de adaptar la enseñanza a las necesidades de los estudiantes ha sido una fortaleza, permitiendo que la mayoría pueda seguir el curso a pesar de las dificultades.
- **Recursos Disponibles:** Los materiales y recursos didácticos utilizados han sido valorados positivamente por los estudiantes, facilitando su aprendizaje.
- **Acceso a Recursos Multimedia:** El programa cuenta con una amplia variedad de videos y documentos explicativos a los cuales los estudiantes pueden acceder desde la comodidad de sus hogares. Esto les permite practicar y reforzar los conceptos aprendidos a

su propio ritmo, lo que es una gran ventaja para su proceso de aprendizaje.

- **Interés y Motivación:** Los alumnos muestran un alto interés en el curso, viéndolo no solo como una actividad académica, sino como una herramienta valiosa que enriquecerá su currículum. Este enfoque les motiva a participar activamente y a aprovechar al máximo las oportunidades de aprendizaje que se les ofrecen.

#### Debilidades

- **Asistencia Irregular:** La no asistencia de algunos estudiantes es una debilidad significativa, pues esto puede afectar no solo su aprendizaje individual, sino también la dinámica del grupo.
- **Falta de Flexibilidad:** En algunos casos, la estructura del curso puede no haber respondido ni acomodarse a las diversas situaciones personales de los estudiantes.
- **Necesidad de Apoyo Adicional:** Algunos estudiantes que no pudieron asistir podrían haber necesitado recursos adicionales o alternativas de aprendizaje para poder completar el curso con éxito.

### 5. Conclusiones y trabajo futuro

Las implicaciones de la experiencia en el curso de nivel 1 de Solid Edge son significativas, especialmente considerando el interés de los estudiantes en continuar su formación.

En general, el curso ha demostrado ser eficaz, pero hay áreas que requieren atención para mejorar la experiencia de aprendizaje. Es fundamental explorar soluciones que faciliten la asistencia y el compromiso de todos los estudiantes, así como proporcionar recursos adicionales para aquellos que enfrentan dificultades. Esto asegurará que más estudiantes puedan beneficiarse de la formación ofrecida.

Algunos pasos por seguir y modos de profundizar el resultado de la experiencia en el futuro son:

- **Conocimientos previos:** Realizar un curso de Solid Edge requiere ciertos conocimientos previos para maximizar la absorción del contenido. Por ello, se enfatizará en la necesidad de que el estudiante tenga un nivel mínimo de experiencia o formación en los siguientes temas: Sistemas Operativos Windows 10/8/7; Principales habilidades informáticas (manejo de mouse y teclado); Uso

básico de aplicaciones como Microsoft Word y Excel; Fundamentos sobre CAD 3D, ya sea por medio de cursos anteriores relacionados en la propia escuela técnica o práctica autodidacta. Además, sería aconsejable que el alumno tuviera conocimiento sobre la interfaz gráfica de usuario (GUI) del software, así como conceptos generales sobre la manipulación tridimensional. Esta preparación previa permitirá entender mejor los beneficios que ofrece Solid Edge para diseñar modelos sólidos y partes especificadas en 3D, realizando dibujos 2D desde las vistas ortogonales correspondientes. Así mismo le ayudará a comprender los comandos disponibles dentro del programa para su correcto manejo durante el proceso creativo.

- **Evaluación de Necesidades:** Realizar una encuesta o entrevistas con los estudiantes para identificar sus intereses específicos y qué habilidades desean desarrollar en el nivel 2. Esto ayudará a establecer un programa más alineado con sus expectativas.
- **Investigación de Opciones:** Explorar la posibilidad de ofrecer el nivel 2 de Solid Edge. Al respecto se consultó a la fundación Siemens. La empresa expresó que se encuentran en proceso esa opción y posiblemente a mediados del año 2025 esté disponible para los estudiantes.
- **Talleres y Seminarios:** Organizar talleres o seminarios sobre temas avanzados de Solid Edge que puedan servir como una introducción a conceptos del nivel 2 y mantener el interés en la materia.
- **Certificaciones Externas:** Investigar si existen certificaciones externas que los estudiantes puedan obtener en Solid Edge y que complementen la formación adquirida en el curso de nivel 1.
- **Fomento de Comunidades de Aprendizaje:** Crear grupos de estudio o comunidades de práctica donde los estudiantes puedan compartir recursos, resolver dudas y trabajar en proyectos colaborativos relacionados con Solid Edge.
- **Seguimiento y Feedback:** Continuar recogiendo Feedback de los estudiantes sobre su experiencia en el curso de nivel 1 y sus expectativas para el futuro. Esto es crucial para ajustar la oferta educativa y asegurar que se satisface la demanda.
- **Actualización Continua del Contenido:** Asegurarse de que el contenido del curso de nivel 1 esté actualizado y relevante, de modo que sirva como una base sólida para cualquier capacitación futura.

Implementar estos pasos no solo puede ayudar a satisfacer el interés de los estudiantes por continuar su capacitación en Solid Edge,

sino que también puede contribuir al desarrollo de un programa educativo robusto y atractivo en la universidad.

## Referencias

- [1] R. Ferré Masip, *Disseny industrial per computador.*, Barcelona: Barcelona Marcombo-Boixareu, 1988.
- [2] J. J. V. Ramírez, *Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en Proyectos (ABP) paso a paso*, España: Ediciones SM, 2015.
- [3] F. Díaz, *Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de tecnología en centros de secundaria de Jaén.*, Universidad Internacional de La Rioja, 2013.
- [4] J. Fernández Ugalde, «Uso del programa Solid Edge para la mejora de la comprensión de la perspectiva isométrica y vistas para la asignatura de tecnología en segundo de la ESO (Tesis de maestría).», 2016. [En línea]. Available: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/4642>.
- [5] Á. Marchesi, «Un sistema de indicadores de desigualdad educativa,» *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 23, pp. 135 - 163, 2000.
- [6] R. Feito Alonso, «Familias y escuela: Las razones de un desencuentro.,» *Educación y futuro. Revistade investigación aplicada y experiencias educativas*, pp. 87-108, 2010.

# Los estudiantes de ingeniería y la tecnología. Análisis de sus nociones e implicancias en la formación

*Milena Ramallo,<sup>1</sup> Élide Repetto,<sup>2</sup> Leandro Altamirano,<sup>3</sup>  
Gerardo Denegri,<sup>4</sup> Mariela Marone,<sup>5</sup> Rosa Giacomino,<sup>6</sup>  
María Eugenia Lardit,<sup>7</sup> Francisco Sollima,<sup>8</sup> Esteban Cuerda,<sup>9</sup>  
Santiago Raynoldi<sup>10</sup>*

## Resumen

En este artículo<sup>11</sup> se presentan los resultados preliminares de una encuesta aplicada a estudiantes, con el propósito de conocer sus concepciones sobre la ciencia, la tecnología y sus interrelaciones con la sociedad. El estudio busca comprender la relevancia de la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad en la formación de ingenieros y cómo la formación universitaria y la experiencia profesional influyen en la construcción de estas concepciones. Para ello, se utilizó la metodología sustentada en los formularios COCTS. Los resultados preliminares ponen en evidencia diversos aspectos de las dimensiones analizadas. Por un lado, los estudiantes sostienen representaciones de la sociedad como creadora de demandas tecnológicas dirigidas a mejorar la vida, las que suelen estar orientadas por objetivos de tipo economicista. Por

---

1. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: mramallo@frba.utn.edu.ar

2. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: erepetto@frba.utn.edu.ar

3. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: laltamirano@frba.utn.edu.ar

4. Facultad Regional La Plata (UTN). Mail: gdenegri@frba.utn.edu.ar

5. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: mmaronevarela@frba.utn.edu.ar

6. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: rgiacomino@frba.utn.edu.ar

7. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: mlardit@frba.utn.edu.ar

8. Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Mail: francisco@sollima.net

9. Facultad Regional La Plata (UTN). Mail: estebancuerda@gmail.com

10. Facultad Regional Chubut (UTN). Mail: sraynoldi@gmail.com

11. Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación “Las Concepciones de Tecnología de los Estudiantes Avanzados de Ingeniería Industrial: relación con la Formación Universitaria y la Experiencia Laboral. Un estudio en las Facultades Regionales Buenos Aires, La Plata y Chubut (UTN)”.

otra parte, los encuestados vinculan frecuentemente la tecnología con la ciencia aplicada, lo que refleja una visión positivista sobre la cual existen numerosas críticas. Además, los resultados mostraron una tendencia en todas las regionales a considerar cuestiones de género. En suma, estos resultados posibilitan reflexionar acerca del rol de la formación en ingeniería en la comprensión crítica de la tecnología y su impacto en la sociedad, propiciando una visión más integral en la educación de futuros profesionales.

## **Introducción**

El objetivo es compartir los resultados parciales obtenidos de la aplicación de una encuesta que apunta al estudio sobre las concepciones de los estudiantes avanzados de Ingeniería Industrial en relación con sus experiencias laborales y la formación universitaria, de la Facultad Regional Buenos Aires, La Plata y Chubut (UTN). La investigación busca analizar las concepciones de ciencia y tecnología en relación con su formación universitaria y sus experiencias laborales. Consideramos como estudiantes avanzados a aquellos que han completado los niveles iniciales de formación, caracterizados por materias generales, y se encuentran cursando las materias específicas de la carrera. Durante la formación académica, los estudiantes atraviesan diversas experiencias que moldean su comprensión y aplicación profesional, influenciadas por múltiples materias, docentes y trayectorias personales. Sin embargo, reconocemos la formación universitaria, constituida por los planes de estudios obligatorio, y la experiencia laboral como dos factores para profundizar en los elementos más significativos que configuran sus concepciones sobre la tecnología.

Dos hipótesis guiaron el estudio: (a) las concepciones de los estudiantes avanzados que poseen mayor experiencia laboral se aproximan a nociones más amplias y complejas sobre la tecnología dado que dicha experiencia aporta comprensiones que sólo se logran en contacto con el ámbito laboral y las influencias culturales asociadas; (b) el conocimiento de las trayectorias académicas de los estudiantes en los niveles superiores podría generar modificaciones en las propuestas pedagógicas para mejorar su formación, especialmente en el caso de aquellos estudiantes con escasa experiencia laboral.

A partir de esto, la indagación busca no sólo describir las concepciones de los estudiantes, sino también brindar herramientas para mejorar la articulación entre la formación académica y el entorno

laboral, afianzando, de este modo, la preparación de los futuros profesionales.

### **La formación universitaria y su vínculo con la experiencia laboral en el desarrollo de competencias**

La formación universitaria, según la Ley de Educación Superior (Ley N° 24.521, 1995), se define a partir de objetivos tales como proporcionar formación científica, profesional, humanística y técnica de alto nivel, así como la generación y desarrollo del conocimiento en diversas formas. Estos aspectos están estrechamente ligados a la formación profesional, dado que los estudios universitarios buscan preparar a los estudiantes para su eventual inserción en el mundo laboral. De hecho, la UNESCO (1989) define la formación profesional como el proceso de adquisición de conocimientos, destrezas y capacidades imprescindibles para el mundo del trabajo desde el nivel secundario y en el transcurso de la vida. Esta definición es importante para el ámbito universitario, particularmente en la formación tecnológica, donde las competencias adquiridas guardan relación directa con el desempeño laboral en los campos de la ciencia y la tecnología.

En nuestro estudio, consideramos la educación universitaria como una fuente significativa de conocimientos, habilidades y destrezas que inciden en las concepciones sobre tecnología. Sin embargo, también exploramos otras influencias, tales como el mundo laboral y la divulgación científica. En este contexto, identificamos la participación en experiencias laborales como una variable clave para analizar las concepciones.

Entendemos la experiencia laboral no sólo el tiempo trabajado bajo un contrato formal, sino también como los conocimientos adquiridos mediante el desarrollo de actividades remuneradas, lo que se vincula puntualmente con la noción de experiencia profesional (Aguilar del Castillo, 2016). Mediante esta mirada, analizamos varios artículos que evidencian la incidencia de la experiencia laboral en el desarrollo académico de los estudiantes. Ruesga Benito, da Silva Bichara, Mon-sueto (2014) afirman que la experiencia laboral promueve un mejor desempeño académico.

Los estudios relevados señalan que la experiencia laboral es una variable relevante para comprender cómo los futuros ingenieros construyen sus concepciones de ciencia y tecnología durante su formación universitaria. Esto nos llevó a formular las siguientes preguntas de indagación: ¿existe relación entre la experiencia laboral de los

estudiantes y las concepciones sobre tecnología que moldean su formación profesional? ¿Los alumnos con experiencia laboral alcanzan una valoración más compleja sobre estas nociones? ¿Los alumnos que tienen nula experiencia laboral, abogan por concepciones más simplistas de tecnología?

Asimismo, nos interesa analizar el impacto de la formación académica en la construcción de estas concepciones: ¿en qué medida la educación universitaria influye en la forma en que los estudiantes comprenden y valoran la tecnología? ¿Las asignaturas específicas del currículo promueven una visión crítica y reflexiva sobre la tecnología o refuerzan enfoques tradicionales? ¿El recorrido académico modifica, complementa o desafía las ideas previas de los estudiantes sobre la tecnología y su aplicación en el ámbito profesional? Estas son algunas de las preguntas que guían nuestro análisis y forman parte de la encuesta aplicada, con el propósito de profundizar en la comprensión del impacto de la experiencia laboral y la formación universitaria en la formación de los futuros ingenieros.

### **Enfoque metodológico para el análisis de concepciones sobre tecnología**

El diseño de la encuesta se basó en los Cuestionarios de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) desarrollados por Acevedo Díaz (2001), Vázquez Alonso (2003), Manassero Mas (2005), Acevedo Romero (2006). La encuesta consta de cuatro secciones:

Caracterización de los estudiantes: se relevan datos generales como edad, género, turno de cursada y tipo de educación secundaria.

Formación universitaria: se examinan aspectos como año de ingreso, regularidad en la cursada, cantidad de materias aprobadas, participación en actividades académicas (proyectos de investigación, emprendimientos, congresos, jornadas, ayudantías).

Experiencia laboral: exploran factores como el estudiante trabaja, cantidad de tiempo dedicado al empleo, tipo de empresa u organización en la que se desempeña, tareas que realiza y las habilidades o conocimientos aprendidos a partir del trabajo.

Concepciones sobre tecnología: se indaga la relación entre tecnología, la ciencia y la sociedad, así como la incidencia de la formación universitaria y la experiencia laboral en su construcción. Se formulan preguntas sobre el origen de las concepciones, la evaluación de los efectos sociales de los desarrollos tecnológicos, el impacto de la



inteligencia artificial en el trabajo, y la perspectiva de género en el trabajo ingenieril, entre otros temas.

Asimismo, definimos a las concepciones como estructuras mentales que orientan la toma de decisiones y las acciones del sujeto (Contreras, 1999, Ponte, 1999). Los ítems del cuestionario siguen un formato de elección múltiple con una escala de cinco puntos para valorar el grado de acuerdo/desacuerdo. Las respuestas obtenidas se agrupan en tres categorías: Adecuada, Plausible e Ingenua.

Los ítems aplicados en este estudio se construyeron sobre la base del COCTS mencionado anteriormente, con adaptaciones metodológicas para el formato de elección múltiple. Esta metodología nos permitió el abordaje cuantitativo y además avanzar en el análisis cualitativo de los datos.

Las dimensiones de la encuesta se fundamentan en la perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) e incorpora un conjunto de variables relacionadas entre sí. En este sentido, las preguntas específicas sobre la influencia de la experiencia laboral buscan identificar el tipo de trabajo desempeñado (de gestión/organización industrial, ingeniería u otras áreas) y el tipo de empresa o institución (industrial, afines o no industrial). Por su parte, las preguntas vinculadas a la formación universitaria están dirigidas a reconocer qué capacidades y conocimientos adquiridos en la carrera influyen en la forma que los estudiantes comprenden la tecnología.

## **Muestra, contexto y metodología de recolección de datos**

La cantidad total de encuestados fue de 163. En la Facultad Regional Buenos Aires (FRBA en adelante), la muestra comprendió a 113 estudiantes, en la Regional La Plata (FRLP) a 37 y en la Regional Chubut (FRCH) a 13. Los estudiantes encuestados se encontraban cursando la asignatura Proyecto Final de la carrera de Ingeniería Industrial de las tres regionales. El trabajo de campo se llevó a cabo en modalidad virtual y presencial durante 2023 y 2024.

En la primera parte de la encuesta, se incluyeron preguntas cerradas para recopilar información sobre las características generales de los encuestados. Dicha caracterización se realizó en función del género, la edad y el turno de cursada. En cuanto al género, la mayoría de los encuestados son varones (101 de 163). Sin embargo, al desglosar por regionales, surgen diferencias significativas: en FRBA, 41 de 113 son mujeres; en la FRLP, esta cifra asciende a 15 de 47; mientras que, en la FRCH, 8 de los 13 encuestados son mujeres.

En cuanto a la edad, la franja predominante es la de 22 a 25 años (94 de 163). No obstante, en la FRCH, la tendencia se invierte, ya que la mayoría de los encuestados tiene más de 30 años (9 de 13). En relación al turno de cursada, la totalidad de los encuestados en las tres regionales indicó estar estudiando en el horario nocturno.

En cuanto a si los estudiantes trabajan o han trabajado a lo largo de su carrera universitaria, un dato relevante es que 157 de los 163 encuestados han tenido alguna experiencia laboral durante su formación, y de ellos, 131 han trabajado en áreas relacionadas con la ingeniería industrial.

Asimismo, identificamos qué habilidades o conocimientos adquirieron a través de su experiencia laboral. Dado que las respuestas eran de opción múltiple, los encuestados podían seleccionar más de una alternativa. Entre las 10 opciones disponibles, las más elegidas fueron: (1) comunicarse con efectividad, (2) aprender de forma continua y autónoma, (3) desempeñarse eficazmente en equipos de trabajo y (4) actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Por último, revelamos que la mayoría de los estudiantes trabajó entre 1 y 5 años (90 de 157), mientras que 36 lo hicieron por más de 5 años. El resto lo hizo con menos de un año de experiencia laboral.

## **Análisis de las concepciones y sus influencias**

En esta sección, presentamos el análisis de los datos correspondientes a una selección de preguntas de la encuesta, las cuales se detallan a continuación. Algunas de estas preguntas se orientan a rastrear cuál es la concepción de tecnología que poseen los estudiantes, otras a explicitar cuál es, según sus percepciones, el origen de dichas concepciones. Como mencionamos anteriormente nos interesa especialmente saber qué lugar ocupan la formación académica y la experiencia laboral en la construcción de dichas nociones.

En la pregunta 13, se evaluó el grado de acuerdo o desacuerdo de los estudiantes con diversas afirmaciones sobre la tecnología. Seguidamente, se presentan los resultados obtenidos en las tres Regionales (FRBA, FRLP y FRCH):

- a) La afirmación “La tecnología es, principalmente, aplicación de la ciencia” (categorizada como PLAUSIBLE), alcanzó los siguientes porcentajes de acuerdo: en FRBA, el 52% estuvo De Acuerdo (DA)

y el 22% Muy De Acuerdo (MDA), sumando un total de 74%. En FRLP, estos valores fueron del 43% y 28% respectivamente (71% en total). En FRCH, el 54% y 38% en las mismas categorías, obteniendo un 92%. Se observa una tendencia similar en las tres facultades regionales, con los porcentajes más altos concentrados en las categorías DA y MDA. El hecho de que esta afirmación sea considerada plausible sugiere que los encuestados la vinculan con la ciencia aplicada, lo que refleja una visión positivista ya superada de la tecnología.

- b) La afirmación “Las tecnologías son nuevos procesos, instrumentos o herramientas para el uso cotidiano” (categorizada como INGENUA), obtuvo en FRBA un 47% DA y un 37% MDA (con un total de 84%). En FRLP, los porcentajes fueron del 53% y 21% (74%), y en FRCH del 38% y 46% (84%). De los resultados similares en las tres regionales se infiere que los estudiantes asocian la tecnología, sobre todo, con su dimensión artefactual o instrumental, lo que señala una concepción reduccionista de la misma.
- c) En la afirmación “Las tecnologías son conocimientos científico-técnicos orientados al ámbito productivo-laboral y a satisfacer necesidades sociales” (categorizada como ADECUADA), en FRBA el 46% de los estudiantes estuvo DA y el 35% MDA (81% en total); en FRLP, ambos valores obtuvieron el 40% (80% en total); y en FRCH, el 38% estuvo DA y el 54% MDA (92%). Estos resultados advierten una actitud más crítica y amplia de la tecnología en el estudiantado, al incluir en ella otras dimensiones sociales y productivas.
- d) Por último, en el enunciado “La tecnología es una técnica para construir cosas o resolver problemas prácticos” (categorizada como INGENUA), alcanzó en FRBA un 40% de DA y 33% de MDA (73% en total). En FRLP, las proporciones fueron del 40 y 30% (70%), y en FRCH del 46% y 23% (69%). Al comparar estos datos con los obtenidos en las afirmaciones anteriores, se reconoce que las concepciones ingenuas sobre la tecnología conviven con las plausibles y adecuadas en la percepción de los estudiantes.

En la pregunta 14, se exploró el origen de las ideas de los estudiantes respecto a la tecnología, a partir de las respuestas señaladas en la pregunta 13. Se pidió que calificaran la influencia de diferentes ámbitos en una escala del 1 al 5, donde 1 representa la menor influencia y 5 la mayor. A continuación, se presentan los resultados alcanzados en las tres Facultades Regionales (FRBA, FRLP y FRCH):

- “Del ámbito laboral”: en FRBA al sumar el 32% de DA y el 31% MDA, se observa que el 63% de los encuestados considera que el ámbito laboral tiene una influencia significativa. En FRLP, estos porcentajes rondan el 31% y 20% (el 51% en total), mientras que en FRCH son del 38% y 15% (53%). Esto estaría indicando que la experiencia laboral incide de modo diferenciado en la construcción de las concepciones según la regional.
- “De la familia y de los valores que de ella provienen”: en FRBA, las proporciones más altas se registran en NI y en ED, con un 32% en cada categoría, lo que sugiere una baja influencia percibida. En FRLP, las respuestas obtenidas son dispersas, aunque la categoría con mayor valor es MED (33%), mientras el resto ronda entre el 13% y 22%. En FRCH, los porcentajes coinciden con la tendencia marcada en FRBA, con un 31% y 38% en NI y ED, respectivamente. Estos datos sugieren que la familia no es considerada un factor preponderante en la construcción de las concepciones de tecnología.
- “De la formación universitaria y los contenidos que ofrece”: en FRBA, el 45% y 26% de los estudiantes seleccionaron DA y MDA. En FRLP, estos porcentajes fueron del 24% y 48%, mientras que en FRCH registraron el 54% y 15%. Estos resultados reflejan que la universidad es un factor fundamental en la configuración de las concepciones tecnológicas, en correlación con los resultados alcanzados en la pregunta 13.
- “De la familia, la universidad y el ámbito laboral en conjunto”: en FRBA, los valores más acentuados están en MDA (22%) y DA (37%), en FRLP se distribuyen en MDA (35%) y DA (24%), y en FRCH en MDA (31%) y DA (23%). No obstante, resulta significativo el número registrado en la categoría NI, siendo en FRBA, FRLP y FRCH del 28%, 33% y 46% respectivamente, lo que podría sugerir que los estudiantes no reconocen una influencia combinada de estos ámbitos en sus concepciones de tecnología.
- “De motivaciones individuales como: curiosidad, interés personal, etc.”: en FRBA, el 41% y 29% marcaron MDA y DA, respectivamente. En FRLP, los porcentajes fueron del 37% y 24%, y en FRCH, del 46% y 8%. Estos datos muestran que las motivaciones individuales tienen un peso relevante en la construcción de las concepciones tecnológicas, complementando los hallazgos de la pregunta 13.
- Finalmente, “De la difusión en medios de comunicación masiva y redes sociales”: en FRBA, a pesar que el 28% señaló NI, las categorías DA y MDA representan el 40%, mientras ED y MED suman el 33%, evidenciando una dispersión en las respuestas. En FRLP y

FRCH, los porcentajes siguen esa misma tendencia, con un énfasis en ED y MED (39% y 46% en cada una). Estos resultados ponen de manifiesto que, si bien los medios de comunicación tienen un cierto impacto, su influencia es percibida de modo diverso por los encuestados.

En síntesis, los resultados de la pregunta 14 posibilitan comprender mejor los factores que moldean las concepciones tecnológicas de los estudiantes avanzados de Ingeniería Industrial, integrando el análisis efectuado en la pregunta 13. Se destaca que la formación universitaria y la experiencia laboral son los principales marcos y fuentes de origen de las concepciones, mientras que la familia y los medios de comunicación poseen un impacto menor o más disperso de acuerdo a la regional. En la pregunta 15, se consultó el grado de acuerdo o desacuerdo respecto a cómo los estudiantes entienden la tecnología, considerando la influencia de la experiencia laboral y la formación universitaria. Los resultados fueron similares en las tres regionales, con algunas diferencias destacadas en la FRCH.

- “Ninguna influye significativamente”: En FRBA, el 47% se ubicó en MED y el 36% en EDA. En FRLP, los valores fueron 49% (MED) y 33% (EDA), sumando un 71% en ambas categorías. En FRCH, los porcentajes fueron 15% (MED) y 23% (EDA), reflejando una menor adhesión a esta afirmación en comparación con las otras sedes. Los datos sugieren que la mayoría de los encuestados en todas las sedes no apoya la idea de que ni la educación ni la experiencia laboral influyan significativamente, pero esta postura es más marcada en FRBA y FRLP que en FRCH.
- “La experiencia laboral influye más porque el trabajo crea o detecta necesidades y desarrolla tecnologías más adecuadas para satisfacerlas”: En FRBA, el 54% estuvo DA y el 23% MDA. En FRLP, el 49% se ubicó en DA y el 21% en MDA, con un 34.04% adicional en MDA, destacando un porcentaje elevado. En FRCH, el 38% estuvo en MDA y el 46% en DA. Los datos muestran que en todas las regionales una mayoría de los encuestados estuvo de acuerdo o medianamente de acuerdo con la afirmación. A pesar de ser considerada una opción “ingenua”, los resultados fueron consistentes en las tres facultades, lo que sugiere que existe una percepción común sobre la relación entre experiencia laboral y desarrollo tecnológico.
- “La experiencia laboral es más influyente porque promueve el uso y

consumo de ciertas tecnologías”: En FRBA, el 48% se mostró DA y el 26% MDA. En FRLP, los valores fueron 57% DA y 11% MDA. En FRCH, el 62% estuvo en DA y el 15% en MDA. Los datos reflejan que, en las tres regionales, la mayoría de los estudiantes considera que la experiencia laboral es más influyente que la formación universitaria en la relación con la tecnología. Sin embargo, hay una ligera variación en FRCH.

- “La formación universitaria influye más porque promueve valores sobre el uso de la tecnología para mejorar la vida”: En FRBA, el 39% estuvo en DA y el 38% en NI. En FRLP, el 29% se ubicó en DA, el 21% en MDA y un 40.43% en NI. En FRCH, el 38% estuvo en DA y el 30% en MDA, predominando sobre el 30.77% en NI. Los datos muestran que, aunque hay una tendencia general a reconocer la influencia de la universidad en la promoción de valores tecnológicos, existe un nivel de indecisión significativo en FRBA y FRLP, reflejado en el porcentaje alto de NI. En cambio, en FRCH, la mayoría de los estudiantes tiene una opinión más definida y reconoce con mayor claridad el rol de la universidad en este aspecto.
- “La formación universitaria influye más porque brinda una comprensión general de la tecnología”: En FRBA, el 41% estuvo en DA y el 35% en NI. En FRLP, el 36% se ubicó en DA y el 31% en NI. En FRCH, el 54% estuvo en DA y el 23% en MDA. En esta afirmación, se observa una diferencia en la FRCH, donde DA predomina con claridad, mientras que en los otros dos regionales los resultados son más equitativos entre DA y NI. En FRBA y FRLP hay una división entre quienes están de acuerdo y quienes se mantienen neutrales, en FRCH la postura predominante es la adhesión a la afirmación.
- “Ambas influyen en la misma medida, ya que aportan experiencias complementarias sobre la tecnología”: En FRBA, el 31% se ubicó en DA y el 23% en MDA. En FRLP, los valores fueron 37% DA y 30% MDA. En FRCH, el 46% estuvo en DA y el 38% en MDA. Se observa que los porcentajes de DA y MDA son similares en las tres regionales. Aunque los porcentajes varían un poco entre las regionales, los estudiantes de las tres regionales parecen tener un interés equilibrado en considerar que ambas son influyentes e igualmente relevantes para su formación y desarrollo profesional.

En la pregunta 16, buscamos explorar las percepciones sobre la relación entre ciencia y tecnología y el grado de acuerdo respecto a las siguientes afirmaciones, los resultados fueron los siguientes:

- “La ciencia es la base de los avances tecnológicos”: En FRBA, el 41% está DA y el 44% MDA. En FRLP, el 38% está DA y el 49% MDA. En FRCH, el 54% está DA y el 30% MDA. Los datos sugieren que los estudiantes de las tres facultades están en general muy alineados con la idea de que la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque en FRLP hay una mayor proporción de estudiantes que expresan un acuerdo más fuerte. En general, se percibe que la ciencia es vista como un pilar esencial para el desarrollo tecnológico.
- “Aunque la ciencia y la tecnología son distintas, hoy es difícil diferenciarlas”: En FRBA, el 35% se muestra DA, el 7% MDA, y el 30% NI. En FRLP, el 32% está DA, el 6% MDA, el 21% NI, y el 38% EDA. En FRCH, el 38% está DA, el 23% EDA, y el 38% NI. Los datos indican que, en general, existe una percepción de que es difícil diferenciar entre ciencia y tecnología, pero hay una variabilidad significativa en las respuestas. En FRBA y FRLP, una proporción considerable de estudiantes no tiene una opinión clara, lo que podría reflejar incertidumbre o falta de comprensión sobre las diferencias entre ambos campos. En FRLP y FRCH, hay un porcentaje notable de estudiantes que discrepan de la afirmación, sugiriendo que, para algunos, ciencia y tecnología son vistas como áreas más diferenciadas.
- “La ciencia y la tecnología son muy similares, ya que comparten conocimientos y metodologías”: En FRBA, el 54% está DA y el 28% MDA. En FRLP, el 43% está DA y el 9% MDA. En FRCH, el 77% está DA y el 8% MDA. Los datos muestran que los estudiantes de las tres facultades regionales en su mayoría creen que la ciencia y la tecnología son áreas muy similares debido a sus conocimientos y metodologías compartidos. Sin embargo, hay diferencias en la intensidad con que se percibe esta similitud. FRCH tiene la mayor proporción de estudiantes que están de acuerdo con esta afirmación, seguida de FRBA, mientras que FRLP muestra una menor percepción de similitud, especialmente en la categoría de “muy de acuerdo”.
- “En general, la tecnología no necesita de la ciencia para avanzar”: En FRBA, el 43% está EDA y el 29% MED. En FRLP, el 41% está EDA y el 46% MED. En FRCH, el 31% está EDA y el 54% NI. Los datos sugieren que la mayoría de los estudiantes en todas las facultades rechazan la idea de que la tecnología pueda avanzar sin la ciencia. En FRBA y FRLP, el desacuerdo es claro y fuerte, con un porcentaje considerable de estudiantes que están “muy



en desacuerdo” (MED). Sin embargo, en FRCH, la falta de una respuesta clara (54% NI) puede reflejar incertidumbre o falta de información sobre la relación entre ciencia y tecnología, aunque entre los que respondieron, también predomina el desacuerdo.

- “En general, la ciencia no necesita de la tecnología para avanzar”: En FRBA, el 43% está EDA y el 34% MED. En FRLP, el 36% está EDA y el 53% MED. En FRCH, el 38% está EDA y el 15% MED. Estos datos reflejan las opiniones de los estudiantes sobre la afirmación de que “en general, la ciencia no necesita de la tecnología para avanzar”. En general, los resultados indican un alto nivel de desacuerdo con esta afirmación, lo que sugiere que los estudiantes perciben una fuerte interdependencia entre la ciencia y la tecnología.

En la pregunta 17, buscamos conocer la percepción de los estudiantes sobre la relación entre la sociedad y la tecnología a través de las siguientes afirmaciones:

- “La sociedad influye poco en la tecnología porque ésta avanza tan rápido que el ciudadano medio ignora su desarrollo”
- “La sociedad genera demandas tecnológicas para mejorar la calidad de vida”
- “La sociedad impone restricciones sobre el uso de la tecnología para controlarla (ejemplo: energía nuclear)”
- “La sociedad favorece ciertas tecnologías a través de su consumo”
- “La sociedad regula la tecnología mediante leyes y políticas (ejemplo: límites a las emisiones de gases de efecto invernadero)” En relación con la primera afirmación, que representa una visión ingenua de la tecnología como una fuerza autónoma, se observa que esta percepción está más arraigada en FRBA y FRCH, donde recibió un 59% y 70% de aprobación, respectivamente. En contraste, los estudiantes de FRLP mostraron una postura más crítica, con más de un 80% de rechazo o indiferencia.

La segunda afirmación, que reconoce la influencia de factores socio-culturales en el desarrollo tecnológico y se considera plausible, fue ampliamente aceptada en las tres regionales, con un 86% en FRBA y un 70% en FRLP y FRCH. Aunque este resultado parece contradecir la idea de un desarrollo tecnológico autónomo, resalta el vínculo entre la tecnología y la satisfacción de necesidades sociales.

La tercera afirmación, que enfatiza el impacto de la sociedad en la



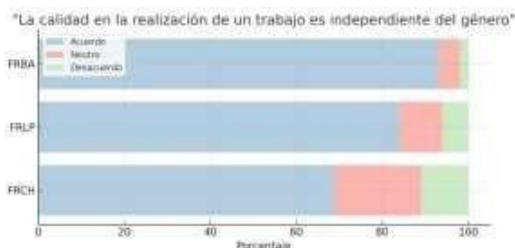
tecnología a través del uso que hace de ella, también fue bien valorada, con niveles de acuerdo que oscilaron entre 52% y 76%. Sin embargo, la indiferencia — considerada la respuesta más acertada desde una perspectiva teórica— alcanzó valores relevantes (entre 23% y 48%), lo que refleja una visión más crítica sobre la capacidad de la sociedad para intervenir en el desarrollo tecnológico.

La cuarta afirmación, que adopta una perspectiva economicista y sugiere que el consumo moldea la evolución tecnológica, fue la más aceptada por los estudiantes, con 89% en FRBA, 76% en FRLP y 93% en FRCH. Esto indica que, para la mayoría, el mercado y la demanda de los consumidores juegan un papel central en el desarrollo tecnológico.

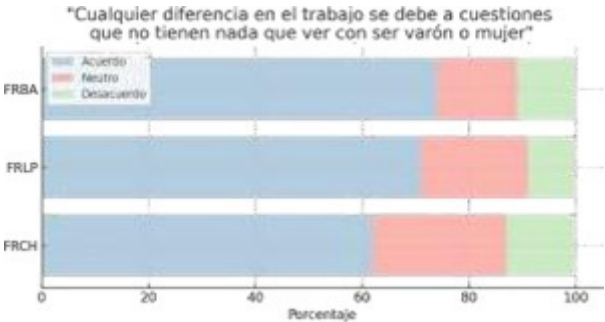
Por último, la afirmación sobre la influencia de la sociedad a través de leyes y regulaciones —la única que, desde una perspectiva teórica, se considera completamente adecuada— recibió 59% de aprobación en FRBA, 55% en FRLP y 69% en FRCH. No obstante, es importante destacar que un porcentaje significativo de estudiantes se mostró indeciso o en desacuerdo con esta idea (28% NI + 14% ED en FRBA; 32% NI + 13% ED en FRLP; 31% en FRCH). Esto sugiere que muchos perciben que las empresas tecnológicas tienen un mayor poder de decisión sobre el desarrollo de la tecnología que las propias regulaciones gubernamentales.

En la pregunta 21, se evaluó el grado de acuerdo o desacuerdo de los estudiantes con diversas afirmaciones sobre género y desempeño laboral. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las tres Regionales (FRBA, FRLP y FRCH).

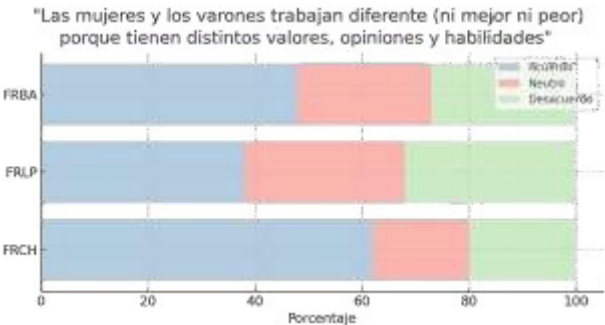
La afirmación “La calidad en la realización de un trabajo es independiente del género” (categorizada como PLAUSIBLE) alcanzó los siguientes porcentajes de acuerdo: en FRBA, el 93% estuvo de acuerdo, en FRLP el 84%, y en FRCH el 69%. Se observa una tendencia general de alto acuerdo en todas las regionales, lo que indica que la mayoría de los estudiantes consideran que el género no es un factor determinante en la calidad del trabajo.



La afirmación “Cualquier diferencia en el trabajo se debe a cuestiones que no tienen nada que ver con ser varón o mujer” (categorizada como ADECUADA) obtuvo en FRBA un 74% de acuerdo, en FRLP un 71%, y en FRCH un 62%.



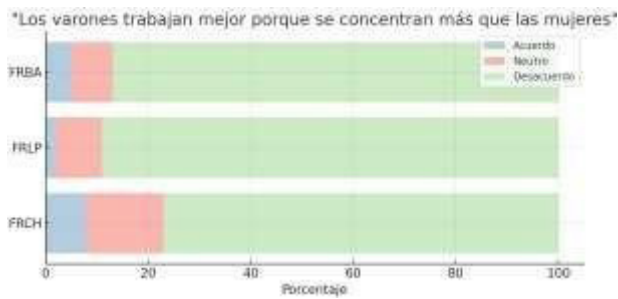
Estos valores muestran una postura mayoritaria que atribuye las diferencias en el desempeño a factores ajenos al género, aunque con un nivel de acuerdo algo menor en FRCH. En la afirmación “Las mujeres y los varones trabajan diferente (ni mejor ni peor) porque tienen distintos valores, opiniones y habilidades” (categorizada como INGENUA), en FRBA el 48% de los estudiantes estuvo de acuerdo, en FRLP el 38%, y en FRCH el 62%.



Se observa una división en las respuestas, sin una tendencia clara. Esto refleja que, entre los encuestados, coexisten tanto posturas que consideran diferencias de género en el trabajo como aquellas que no las reconocen como relevantes.

La afirmación “Los varones trabajan mejor porque se concentran más que las mujeres” (categorizada como INGENUA) obtuvo un 5% de acuerdo en FRBA, un 2% en FRLP y un 8% en FRCH. Se registra

un alto grado de desacuerdo en todas las regionales (87%, 89% y 77%, respectivamente), lo que indica que la mayoría de los estudiantes rechazan esta afirmación por su falta de fundamento en una perspectiva de género.



Finalmente, la afirmación “Las mujeres trabajan mejor porque deben competir en un campo dominado por los varones” (categorizada como PLAUSIBLE) obtuvo un 18% de acuerdo en FRBA, un 18% en FRLP y un 28% en FRCH. Sin embargo, el desacuerdo fue mayoritario en todas las regionales (67%, 80% y 54%, respectivamente).



Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes no consideran que la competencia en un entorno dominado por varones implique necesariamente un mejor desempeño de las mujeres.

**Conclusiones principales y tendencias relevantes**

El análisis de las respuestas de los estudiantes en las tres facultades regionales (FRBA, FRLP y FRCH) permite identificar tendencias

sobre sus concepciones de la tecnología y los factores que influyen en su construcción.

### *Concepciones de tecnología*

La visión predominante es la tecnología como aplicación de la ciencia (plausible), con altos niveles de acuerdo en todas las regionales. También se observa una concepción instrumentalista (ingenua), que asocia la tecnología con herramientas y procesos para el uso cotidiano, con altos niveles de acuerdo en todas las regionales. Sin embargo, una proporción considerable de estudiantes adopta una concepción más crítica e integral (adecuada), que relaciona la tecnología con conocimientos científico-técnicos aplicados al ámbito productivo y social. En general, las concepciones ingenuas y adecuadas conviven en la percepción de los estudiantes, lo que indica que su visión de la tecnología no es homogénea ni cerrada.

### *Factores que moldean las concepciones tecnológicas*

Las concepciones de la tecnología no son homogéneas: los estudiantes combinan visiones reduccionistas con otras más amplias y críticas. La formación universitaria es el factor más relevante, con altos niveles de acuerdo en todas las regionales, lo que sugiere que el contexto académico juega un papel clave en la estructuración de las ideas sobre tecnología. El ámbito laboral también es influyente, aunque en menor medida y con variaciones según la regional. El ámbito laboral influye de manera diferenciada, mientras que la familia tiene un impacto menor en la configuración de estas nociones. Las motivaciones individuales juegan un papel clave, lo que sugiere que la curiosidad y el interés personal complementan la formación académica. Los medios de comunicación tienen un impacto variable, reflejando la diversidad de fuentes de información que pueden influir en la percepción de los estudiantes.

### *Influencia de la experiencia laboral y la formación universitaria*

La formación universitaria y la experiencia laboral son las principales influencias, aunque su impacto es percibido de manera diferente según la regional. La experiencia laboral es valorada por su aplicación práctica y la detección de necesidades tecnológicas, mientras que la universidad es reconocida por brindar una comprensión teórica y

valores asociados a la tecnología. Los estudiantes muestran opiniones diversas, con cierta tendencia en FRCH a valorar más la formación universitaria, mientras que en FRBA y FRLP hay más división o neutralidad en algunas afirmaciones. Se reconoce la complementariedad entre ambas influencias, lo que sugiere que una formación integral debería combinar aspectos teóricos y prácticos de manera equilibrada.

### *Percepciones sobre la relación entre ciencia y tecnología*

Los resultados reflejan que los estudiantes reconocen la estrecha relación entre ciencia y tecnología, aunque persisten algunas dudas sobre sus diferencias conceptuales. La mayoría coincide en que la ciencia impulsa el desarrollo tecnológico, pero también que la tecnología es fundamental para el avance científico. Esto sugiere la importancia de reforzar en la formación académica una comprensión clara de los roles y conexiones entre ambas áreas.

### *Percepciones sobre la relación entre tecnología y sociedad*

Si bien los estudiantes reconocen la influencia de la sociedad en la tecnología, también persiste la creencia en su autonomía y en el poder determinante del mercado. La visión sobre el papel de las regulaciones es más ambigua, con una notable desconfianza en la capacidad de la sociedad para controlar el desarrollo tecnológico.

### *Percepciones sobre género y desempeño laboral*

Los estudiantes, en su mayoría, consideran que el género no influye en la calidad del trabajo y rechazan la idea de que un género sea superior al otro en términos de desempeño laboral. Sin embargo, persisten algunas diferencias entre las regionales, especialmente en FRCH, donde hay una mayor creencia en diferencias de desempeño basadas en género. En general, los resultados reflejan una tendencia hacia la equidad, pero con la presencia de algunas concepciones tradicionales en ciertos grupos.

## **Referencias bibliográficas**

Acevedo-Díaz, J. A. (2006). Modelos de relaciones entre Ciencia y Tecnología: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 198-219.

- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Romero, P. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 353-376.
- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & Acevedo-Romero, P. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 2(6), 73-99.
- Aguilar del Castillo, M.C. (2016). La visibilidad de la experiencia laboral, en *El tratamiento del empleo de los trabajadores maduros por parte de los poderes públicos y de las políticas empresariales de recursos humanos* (pp. 171-206).
- Contreras, L. C. (1999). El pensamiento del profesor, sus prácticas y elementos para la reflexión. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 2(2), 215-230.
- Ley de Educación Superior N.º 24.521 (1995). Publicada en el Boletín Oficial de la República Argentina el 20 de julio de 1995. Manassero- Mas, M. A., Vázquez-Alonso, Á., & Acevedo- Díaz, J. A. (2005). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- Ponte, J. P. da. (1999). Concepções dos professores de matemática e processos de formação. *Quadrante*, 8(1), 49-70.
- Ruesga Benito, S. M., da Silva Bichara, J., & Monsueto, S. E. (2014). Estudiantes universitarios, experiencia laboral y desempeño académico en España. *Revista de Educación*, 365, 67-95.
- UNESCO. (1989). Convención sobre la Enseñanza Técnica y Profesional.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2003). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 198-219.

# Data Warehouse Soft Skills: modelo diagnóstico para la observación de la actitud empática

Silvia Victoria Poncio,<sup>1</sup> Cintia Natalia Cuña Giménez,<sup>2</sup>  
Nahuel Cardú,<sup>3</sup> Gastón Ruiz<sup>4</sup>

## Resumen

El desarrollo de *soft skills* en el ámbito educativo es un factor clave para el éxito de los futuros profesionales en un mercado laboral en constante evolución. Este estudio exploratorio aborda un diagnóstico de la actitud empática, requerida en las competencias interpersonales y de adaptación.

En el Modelo Diagnóstico de Competencias Universitarias, se propone el uso de herramientas de *business intelligence* para diagnosticar el estado de situación de algunas de las capacidades requeridas para el desarrollo de *soft skills*. La utilización de tecnología de análisis de datos ofrece un enfoque innovador para la observación de las mismas. Permite en el ámbito educativo, la posibilidad de la toma de decisiones basada en datos y reflexionar sobre las estrategias educativas que se pueden implementar para fortalecerlas. Este estudio busca resaltar el potencial del *business intelligence* para la observación del proceso empático de las *soft skills*, claves en el siglo XXI en el ámbito educativo.

**Palabras claves:** *business intelligence*, *soft skills*, diagnóstico, empatía.

---

1. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Rosario, Argentina. Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología informática. Mail: Silvia.Poncio@uai.edu.ar

2. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Rosario, Argentina. Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología informática. Mail: cintia.gimenez@devoteam.com

3. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Rosario, Argentina. Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología informática. Mail: Nahuel.Cardu@alumnos.uai.edu.ar

4. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Rosario, Argentina. Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología informática. Mail: Gaston.Ruiz1@alumnos.uai.edu.ar

## I. Introducción

En el contexto actual, donde la automatización y la digitalización transforman el mercado laboral, el desarrollo de *soft skills* se convierte en un factor determinante para el éxito profesional. Si bien las *hard skills* siguen siendo esenciales, especialmente en áreas técnicas como la ingeniería, las competencias interpersonales y de adaptación han cobrado un protagonismo cada vez mayor en la empleabilidad y el desempeño dentro de las organizaciones. El desarrollo de *soft skills* no solo impacta en el ámbito educativo, sino que también es un factor clave en la toma de decisiones dentro de empresas y organizaciones.

En la Universidad Nacional de Santa Catherina, Brasil, Barney de Campos, D. & otros en el 2020 expresan que el desarrollo de habilidades blandas no solo es esencial para el entorno educativo, sino que también representa un elemento estratégico en el ámbito laboral, ya que incide directamente en la capacidad de los profesionales para adaptarse, comunicar, resolver problemas y tomar decisiones acertadas en contextos organizacionales complejos.

Según las investigaciones de Estudio de la Agencia Australiana de Empleo, el Instituto Monarch en el año 2015, indica que un 85% de las competencias más valoradas por las empresas corresponden a habilidades socioemocionales, mientras que solo el 15% se relaciona con conocimientos técnicos, lo cual refuerza la necesidad de integrarlas en la formación académica de los futuros profesionales.

Justamente en la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina se caracteriza a las competencias sociales, políticas y actitudinales como competencias de egreso del ingeniero. Estas adquieren un papel central en la preparación de los futuros profesionales, ya que no solo impactan en el desempeño laboral, sino también en la integración del entorno social y organizacional. Sin embargo, diagnosticar estas capacidades es un desafío. En los enfoques tradicionales de enseñanza, se ha puesto énfasis histórico en la adquisición de conocimientos teóricos y técnicos, relegando al segundo plano el desarrollo de capacidades sociales y competencias interpersonales.

En su informe de 2018, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) destacó la importancia de promover la inclusión laboral. En este contexto, la empatía se presenta como un factor clave para fortalecer la colaboración y fomentar el compromiso en los entornos de trabajo.



En combinación con herramientas de *business intelligence*, este enfoque aporta un análisis de la actitud empática en las *soft skills*. Cook, T. (2018), CEO de Apple, afirma que la empatía desempeña un papel fundamental al guiarnos en la creación de tecnologías diseñadas para mejorar la calidad de vida de las personas. Esta visión refuerza la idea de que el desarrollo tecnológico no puede desligarse de una comprensión profunda de las necesidades humanas; más aún, plantea que la empatía no es solo una virtud interpersonal, sino también un principio rector en la innovación responsable y significativa.

## II. Desarrollo

El modelo diagnóstico de competencias universitarias basado en *business intelligence*, permite un análisis dinámico y en tiempo real del progreso de los estudiantes. A través del uso de dashboards y minería de datos, se pueden identificar patrones en el desarrollo de capacidades como la empatía. Este enfoque puede ofrecer una visión de las tendencias en la adquisición de competencias a lo largo del tiempo.

La minería de datos educativos es un proceso mediante el cual se exploran grandes volúmenes de datos académicos para descubrir patrones, relaciones y tendencias útiles. Esta técnica forma parte del campo más amplio del aprendizaje automático y se utiliza para comprender cómo aprenden los estudiantes, qué factores influyen en su rendimiento y cómo se puede mejorar la enseñanza.

López-Meneses, Mellado-Moreno, Gallardo Herrerías y Pelicano-Piris (2025) destacan que la minería de datos, combinada con el modelado predictivo, es fundamental para analizar el comportamiento del estudiante en entornos digitales. A través de esta práctica, se optimiza la toma de decisiones basada en evidencias dentro del ámbito educativo.

*“La minería de datos permite identificar patrones de aprendizaje ocultos en los registros educativos, lo que habilita modelos predictivos y estrategias personalizadas en tiempo real”*  
(López-Meneses et al., 2025).

Los *dashboards* o tableros de control son herramientas visuales que permiten monitorear, analizar y comprender datos, a través de gráficos, indicadores y paneles interactivos, ofrecen una representación clara de métricas clave relacionadas.

Según Bodily, Ikahihifo, Mackley y Graham (2018), los *dashboards* orientados al estudiante están diseñados para hacer visibles

patrones de aprendizaje, progreso y áreas de mejora. Estos tableros no solo presentan información de forma atractiva, sino que también promueven la autorregulación del aprendizaje y fortalecen la toma de decisiones pedagógicas.

*“Los dashboards facilitan el acceso a datos relevantes mediante visualizaciones significativas, permitiendo un seguimiento continuo del rendimiento y fomentando la reflexión tanto en estudiantes como en docentes”* (Bodily et al., 2018).

Un recurso clave dentro de esta tecnología es el *drill down*, una funcionalidad que permite profundizar desde una visión general hacia niveles de información más detallados. Por ejemplo, desde el tablero es posible desglosar los datos por carrera, curso, cohorte o incluso por estudiante, facilitando diagnósticos más precisos y personalizados. Esta capacidad de exploración profunda convierte al BI en una herramienta poderosa.

Según Shabaninejad, S., Khosravi, H., Leemans, S. J. J., Sadiq, S., & Indulska, M. (2020) expresan cómo las operaciones de *drill down* pueden mejorar la exploración de datos en los *dashboards* de análisis de aprendizaje. Los autores proponen un enfoque analítico que asiste a los usuarios en la navegación de conjuntos de datos multidimensionales, facilitando la identificación de cohortes de estudiantes con comportamientos de aprendizaje diferenciados. Utilizan técnicas de minería de procesos para examinar y comparar las secuencias de actividades de aprendizaje, permitiendo a los educadores tomar decisiones. Este enfoque destaca la capacidad del *drill down* para profundizar desde una visión general hasta niveles más detallados de información, optimizando la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos concretos y específicos.

Aquino, J. G. S., & Romero, G. H. (2022) destacan en su trabajo la importancia de la adquisición de dichas *soft skills* para satisfacer las demandas de los empleadores. En el mundo laboral actual, las empresas buscan candidatos que no solo posean conocimientos técnicos, sino que también sean capaces de trabajar en equipo, adaptarse al cambio y gestionar relaciones interpersonales de manera efectiva. A través de este modelo que es un estudio exploratorio, nos proponemos aportar un instrumento que permita a las organizaciones evaluar el nivel de desarrollo de la actitud empática y el análisis de estrategias de acción orientadas a su mejora continua. Por ejemplo, en sectores donde la empatía juega un rol clave, como el servicio al cliente, la salud o la gestión de talento humano, el uso de estas herramientas permite

mejorar la calidad de la interacción con usuarios y colaboradores, fomentando un ambiente de trabajo más armonioso y productivo.

III. Resultados

El diseño de la investigación de este trabajo fue definido utilizando la recolección, medición, análisis de datos a partir de una muestra basada en estudiantes de ingeniería en sistemas del primer año de la Facultad de Tecnología Informática, de la Universidad Abierta Interamericana, Rosario.

Metodología: cualitativa de carácter exploratorio.

Diseño del muestreo: No probabilístico

Método de recolección: Encuesta voluntaria y observación a través del Modelo Diagnóstico de Competencias Universitarias.

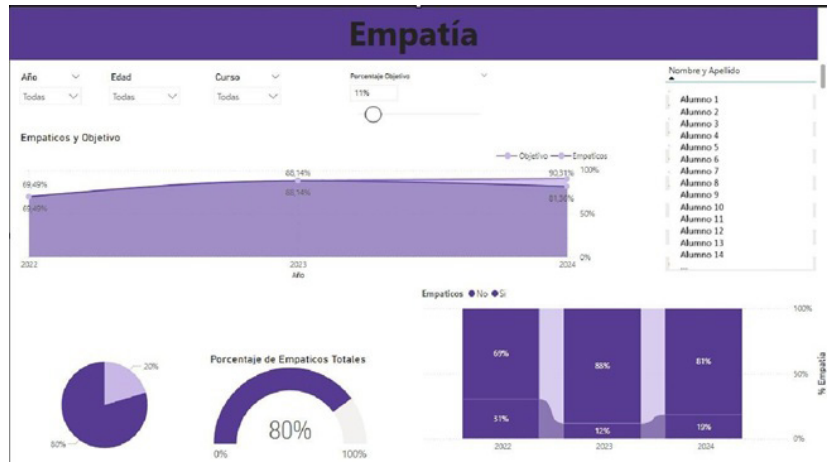


Fig. 1 “Dashboard de empatía”

Gráfico superior (línea y área): Muestra el porcentaje de estudiantes con los diferentes niveles de actitud empática desde 2022 hasta 2024.

En 2022 el valor es 69%.; en 2023, 88% y en 2024, 81%.

Gráfico circular izquierdo: representa que 80% de los estudiantes presentan mayor nivel empático.

El Indicador circular central: reafirma el 80% de empatía total entre los diagnosticados.

Gráfico de barras apiladas: En 2022: 69% con mayor nivel de ac-

titud empática y 31% con menor nivel, en forma análoga en el 2023: 88% con 12% y en 2024: 81% con 19%.

#### IV. Conclusión

El presente estudio sugiere la relevancia de incorporar el desarrollo de habilidades blandas, con especial atención a la empatía, como posible eje transversal en la formación profesional. La implementación de herramientas de *business intelligence* dentro del Modelo Diagnóstico de Competencias Universitarias podría constituir una estrategia innovadora y potencialmente transformadora, al permitir visualizar, analizar y accionar sobre competencias claves.

Al observar los resultados obtenidos, se destaca que los estudiantes ingresantes del primer año del 2023 presentan niveles más elevados de empatía en comparación con cohortes anteriores. Esta diferencia permite validar en cada cohorte su enfoque, lo que evidencia la importancia de dinámicas diferenciadas dentro del ámbito universitario.

La tendencia sugiere que, al aplicar herramientas tecnológicas como los *dashboards* en las que es posible detectar variaciones, permite tomar decisiones acordes que acompañan el desarrollo integral del estudiante. Así, la empatía deja de ser solo un ideal formativo para convertirse en una realidad observable, cultivable y estratégica dentro de la educación superior.

Asimismo, este enfoque podría brindar a instituciones educativas y organizaciones una herramienta significativa para reflexionar, monitorear el progreso y fomentar entornos de aprendizaje más integradores. El compromiso con la mejora continua de las competencias socioemocionales podría fortalecer el espíritu emprendedor de los futuros profesionales y contribuir a la construcción de equipos más colaborativos y entornos laborales más humanos.

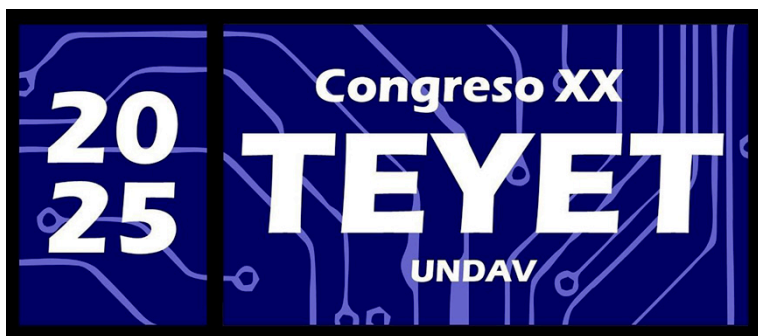
En conclusión, este estudio representa una oportunidad para explorar una posible sinergia entre tecnología y educación, donde el dato no reemplaza al vínculo, sino que lo complementa; donde la empatía como ejemplo no se mide para categorizar, sino para acompañar procesos de crecimiento; y donde formar profesionales implica, también, formar personas conscientes de sí mismas y de su entorno.

#### V. Bibliografía

Vykhliaiev, Y., Bannikova, K., Kharkiv, V. N. K., Bazyl, O., Voichenko, O., & Trinko, O. (n.d.). On the Formation of “Soft Skills” as the Equivalent of

- Professional Competencies: A Forecast of Educational Trends. In *Journal of Higher Education Theory and Practice* (Vol. 22, Issue 18).
- Poncio, S., Semino, L., Cuña, C., Vozella, N., Trottini, A., Contesti, P., & Montella, Y. (2023). Diagnóstico de competencias genéricas universitarias, a través de software Business Intelligence. In *XXV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación* (Junín, 13 y 14 de abril de 2023).
- De Campos, D. B., de Resende, L. M. M., & Fagundes, A. B. (2020). The Importance of Soft Skills for the Engineering. *Creative Education*, 11(08), 1504–1520. <https://doi.org/10.4236/ce.2020.118109>
- Tsekhmister, Y., Stetsenko, N., Volyk, O., Kotlyarevsky, K. I. P., Gumennikova, T., & Sharov, O. (n.d.). Forecast of Educational Trends in the Role of “Soft Skills” for the P
- Cook, T. (2018, May 13). *Commencement address at Duke University*. Duke University. <https://commencement.duke.edu>
- López-Meneses, E., Mellado-Moreno, P. C., Gallardo Herrerías, C., & Pelicano-Piris, N. (2025). Educational Data Mining and Predictive Modeling in the Age of Artificial Intelligence: An In-Depth Analysis of Research Dynamics. *Computers*, 14(2), 68. <https://doi.org/10.3390/computers14020068>
- Bodily, R., Ikahihifo, T. K., Mackley, B., & Graham, C. R. (2018). The design, development, and implementation of student-facing learning analytics dashboards. *Journal of Computing in Higher Education*, 30(3), 572–598. <https://doi.org/10.1007/s12528-018-9186-0>
- Aquino, J. G. S., & Romero, G. H. (2022). Desarrollo de habilidades blandas como estrategia para la colocación laboral de los universitarios. *Sinapsis: La Revista Científica Del ITSUP*, 21(1), 18.
- Shabaninejad, S., Khosravi, H., Leemans, S. J. J., Sadiq, S., & Indulska, M. (2020). Recommending Insightful Drill-Downs Based on Learning Processes for Learning Analytics Dashboards. In I. I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, & E. Millán (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (pp. 486–499). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_39)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2018). *Colaborar con los empleadores en la contratación de personas refugiadas: Un plan de acción de 10 puntos para empleadores, refugiados, gobiernos y la sociedad civil*. [https://www.oecd.org/es/publications/colaborar-con-los-empleadores-en-la-contratacion-de-personas-refugiadas\\_1ec4c106-es.html](https://www.oecd.org/es/publications/colaborar-con-los-empleadores-en-la-contratacion-de-personas-refugiadas_1ec4c106-es.html)

## **EXPERIENCIA DOCENTE**



# Estudio de la actitud de los estudiantes de Ingeniería en el aprendizaje de la Matemática con Tecnología

*Betina Williner,<sup>1</sup> Romina Romano<sup>2</sup>*

## Resumen

El objetivo de este artículo es mostrar los resultados de un cuestionario sobre tecnología y matemática realizado por los alumnos de Análisis Matemático II de la Universidad Nacional de La Matanza luego de haber trabajado con una situación de aprendizaje con base en el software GeoGebra. El objetivo fue indagar sobre el constructo actitud del alumnado cuando usa tecnología en el aprendizaje de la matemática. Mostramos las bases teóricas y la forma de implementación. Los principales resultados están relacionados con que a la mayoría de los estudiantes les gusta trabajar con el software, los hace aprender mejor y consideran que el esfuerzo adicional vale la pena. A su vez contribuyó positivamente en la realización de gráficos, visualización de conceptos importantes de la asignatura y motivación hacia el estudio.

**Palabras claves:** actitud-tecnología- aprendizaje-matemática-GeoGebra

## 1. Introducción

La tecnología continuamente presenta nuevos desafíos en el aula. En esta oportunidad se hace referencia a la incorporación de software matemático para la enseñanza y aprendizaje del Cálculo diferencial e integral, en particular GeoGebra (GG). Existe una trayectoria de investigaciones sobre el uso de GG en todos los niveles educativos con resultados positivos a nivel cognitivo y de motivación: [1], [2], [3], [4], [5], [6] y [7]. La mayoría de estos estudios ponen la atención en los aspectos cognitivos y de resolución de problema, quedando en

---

1. Universidad Nacional de La Matanza, San Justo, Argentina. Mail: bwilliner@unlam.edu.ar

2. Universidad Nacional de La Matanza, San Justo, Argentina. Mail: rromano@unlam.edu.ar

segundo plano la dimensión afectiva [8], lo que hace relevante su profundización en la agenda de la Educación Matemática.

El contexto del presente artículo es la cátedra de Análisis Matemático I y II de carreras de ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). Desde 2007 se incorpora tecnología al aula, en proyectos de investigación, mediante recursos y actividades diseñados con el objetivo de favorecer en los alumnos el desarrollo de ciertas habilidades matemáticas y digitales. El propósito principal fue (y es) crear tareas en las que los estudiantes se involucren, reflexionen, exploren, formulen hipótesis, generalicen, saquen conclusiones, ejemplifiquen, es decir, que realicen un “trabajo matemático rico” [9] con uso de tecnología como facilitadora de esos procesos. En esta oportunidad se lleva a cabo una investigación en la cual uno de los objetivos es promover el desarrollo de la competencia matemática a través de tareas vinculadas al uso del software GG y el otro indagar sobre el constructo actitud del alumnado hacia el uso de la tecnología. Para esto último se utilizó un cuestionario que se administró luego que un grupo de estudiantes realizaran el experimento de enseñanza ligado al estudio en cuestión con uso de GG.

Se muestra cada ítem del cuestionario, los resultados obtenidos y las conclusiones arribadas.

## **2. Descripción del contexto y de cómo se utiliza GG en las clases**

En el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la UNLaM los contenidos de Cálculo diferencial e integral en una variable están divididos en dos materias: Análisis Matemático I (funciones, límite, derivada y polinomios de Taylor) y Análisis Matemático II (teoremas de funciones derivables, regla de L'Hopital, estudio de funciones, integrales indefinidas y definidas), cada una de régimen cuatrimestral, con una carga horaria de 4 horas semanales, acreditadas por promoción o examen final.

Se usa GG desde el inicio del cuatrimestre en las dos materias, con tareas en el aula (desde la App) y fuera de ella, con distinto nivel de dificultad e interacción alumno-software [10]. Se implementan tareas que consisten, por ejemplo, en la presentación del programa, el uso de los primeros comandos, las posibilidades de configuración, la definición de funciones por trozos, el uso del deslizador, entre otras. También se llevan a cabo en clase tareas algorítmicas que consisten en realizar cálculos, graficar, hallar raíces de funciones, calcular



derivadas, extremos de funciones, etc. Las tareas de estos niveles ayudan al estudiante a familiarizarse con la herramienta, su interfaz y sus comandos. Con mayor nivel de dificultad se tienen consignas guiadas o que involucran un Applet diseñado por los docentes en las que los estudiantes se involucran con ideas conceptuales y diferentes registros de representación. Por último, luego de este proceso, se ponen en juego tareas que invitan a explorar, elaborar conjeturas, etc. [11]

Se quiso complementar todo este estudio de carácter cognitivo con uno que indagara sobre el carácter afectivo cuando se estudia matemática usando tecnología. El estudio del constructo actitud se realizó en una comisión de Análisis Matemático II. Los estudiantes ya habían trabajado con el software en la materia anterior y, en este caso, pasaron por un experimento de enseñanza de los conceptos involucrados en estudio de funciones (extremos relativos, intervalos de monotonía) a través de lo que se llama Autoguía. La misma es una situación de aprendizaje especialmente diseñada que parte de los conocimientos previos y tiene como objetivo principal que los estudiantes construyan los conceptos mencionados por sí mismos y desarrollen ciertas capacidades asociadas a la competencia matemática. Está formada por cinco capítulos con diversas actividades, todas involucran tecnología y el uso de GG, algunas domiciliarias y otras presenciales [12]. Los estudiantes trabajaron en equipos de tres personas cada uno durante cuatro semanas y presentaron sus producciones a las docentes del curso.

### **3. Marco teórico**

De acuerdo con lo que establecen [8] no existe una definición clara y unificada del constructo actitud. En general se define a través de los instrumentos utilizados para medirla. Estos autores indican que, a pesar de esto, hay una diferencia entre actitudes matemáticas (de carácter cognitivo, que tienen como objeto las actividades y procesos matemáticos) y actitudes hacia la matemática (de carácter afectivo). Respecto a esta última se incluyen la motivación y el disfrute, la autoconfianza, la utilidad percibida, el interés, la satisfacción. En cuanto a la primera se pueden considerar como ejemplos: la perseverancia, la flexibilidad de pensamiento, el espíritu crítico, el rigor, etc. Tienen que ver con el quehacer matemático.

En este caso interesa la actitud hacia la matemática y más específicamente, cuando se usa tecnología. Al respecto Hart (1989, citado en [13]) define actitud hacia la matemática como “una forma articulada

por las emociones que el sujeto asocia con las matemáticas (positivas o negativas), por las creencias que tiene sobre las matemáticas y por el comportamiento con el que actúa” (p. 228).

[13] indica que las actitudes hacia la matemática se refieren a la valoración y al aprecio de esta disciplina y al interés por esta materia y por su aprendizaje, y subraya más la componente afectiva que la cognitiva; aquella se manifiesta en términos de interés, satisfacción, curiosidad, valoración. Esta autora no define actitud hacia el aprendizaje matemático con tecnología, pero sí enumera una serie de dimensiones clave para su evaluación: confianza, motivación y compromiso en matemática, confianza, motivación por el ordenador e interacción entre ordenador y matemáticas.

En [14] se muestra el diseño y la validación de un cuestionario para medir las actitudes de los estudiantes con respecto al uso de tecnología en la actividad matemática y en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Está formado por 35 ítems y para su construcción los autores analizaron escalas previamente validadas en diferentes investigaciones. Los ítems resultantes se dividen en:

1. Interacción entre el ordenador y la matemática
2. Actitudes hacia el aprendizaje de la matemática usando tecnología
3. Actitudes del uso de la tecnología en el aprendizaje de la matemática
4. Experiencias de matemática con tecnología
5. Matemáticas y tecnología

Los estudiantes debían indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones propuestas por medio de una escala de Likert de cinco valores. Los autores realizaron un análisis factorial que les permitió concluir que el test de actitudes elaborado es confiable para determinar las actitudes de los estudiantes hacia el uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas.

#### **4. Metodología**

El cuestionario presentado en el Marco Teórico fue el que se utilizó en esta oportunidad, salvo pocas modificaciones. Por ejemplo, la dimensión 4 se cambió por una específica sobre la experiencia realizada con la Autoguía. A su vez algunas palabras se cambiaron por otras más utilizadas en el lenguaje castellano (por ejemplo, ordenador se

reemplazó por computadora), o se agregaron algunos ítems, obteniendo un total de 38 y quedando dividido en:

1. Interacción computadora y matemática
2. Actitudes hacia el aprendizaje de la matemática con GeoGebra
3. Actitudes del uso de GG en el aprendizaje de la matemática
4. Experiencia de Autoguía con GG en el estudio de funciones (intervalos de crecimiento y decrecimiento, extremos relativos y absolutos)
5. Matemática y tecnología

Se tomó una escala tipo Likert donde: 1 = en desacuerdo; 2 = poco de acuerdo; 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo (indiferente); 4 = de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo. Se suministró en forma anónima e individual al grupo de estudiantes que participaron en la experiencia de Autoguía luego que se realizara la misma.

Se aclara que en el cuestionario existen dos tipos de ítems: uno redactado de forma positiva que se refiere a una proposición en la que el acuerdo se interpreta como una respuesta favorable, y otro redactado de forma negativa, que se refiere a una pregunta en la que el desacuerdo se interpreta como una respuesta favorable.

En la sección siguiente se dan los ítems del cuestionario y los resultados obtenidos.

## **5. Resultados**

Contestaron el cuestionario 62 estudiantes de Análisis Matemático II.

El primer análisis realizado ha sido detectar la fiabilidad del cuestionario construido, entendida como la propiedad que valora la consistencia y precisión de la medida [15]. Se eligió el coeficiente Alfa de Cronbach para el total de los ítems, resultando ser de 0.8064, Se considera, por lo tanto, que la escala tiene una buena consistencia interna.

En segundo lugar, se realizó un análisis descriptivo, obteniéndose los resultados que se dan a continuación.

4.1. Primera parte: Interacción computadora matemática:

	Enunciado	Media	D.E.
1	La computadora me ayuda a aprender mejor la matemática proporcionándome al instante muchos ejemplos de manera interactiva.	4.45	0.67
2	Me resulta difícil comprender la transferencia de ideas de la pantalla de una computadora a mi mente.	2.11	0.77
3	El no tener que preocuparme por los cálculos aritméticos cuando uso la computadora, hace que me concentre mejor en las ideas esenciales de la matemática	3.48	0.97
4	Cuando leo la pantalla de una computadora, tengo la tendencia a pasar por alto los detalles de las ideas matemáticas.	2.44	0.86
5	Considero que el material en la pantalla de una computadora y la copia impresa en papel es útil para tomar notas.	4	0.87
6	Rara vez reviso el material inmediatamente después de que una sesión por computadora ha terminado.	2.79	1.01
7	El seguimiento de las instrucciones tecleadas pone mi atención fuera de la matemática.	2.15	0.9
8	La computadora me ayuda a vincular el conocimiento, como, por ejemplo, la forma de los gráficos y sus ecuaciones.	4.35	0.75

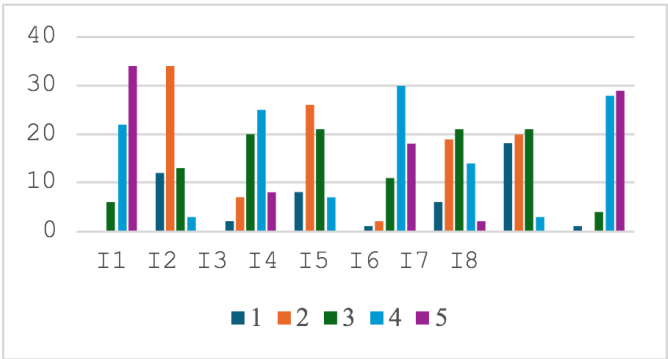


Figura 1. Frecuencias absolutas Primera Parte

Se analizan en la Figura 1 primero los ítems con redacción positiva (1, 3, 7 y 8) y luego los de redacción negativa (2,4 5 y 6).

El ítem “La computadora me ayuda a aprender mejor la matemática proporcionándome al instante muchos ejemplos de manera interactiva” es el de mayor media (4.45) y más baja D.E. A su vez 56 de los 62 estudiantes estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta proposición. Esto implica que la mayoría valora trabajar con la computadora por la cantidad de ejemplos que proporciona. Le sigue la expresión “La computadora me ayuda a vincular el conocimiento, como, por ejemplo, la forma de los gráficos y sus ecuaciones” con una media de 4.35 y una D.E. de 0.75, que involucra otro beneficio asociado al uso: la relación entre gráficos y ecuaciones. En cuanto a las frecuencias absolutas 57 estudiantes valoraron este ítem entre de acuerdo y totalmente de acuerdo. Luego se tiene “Considero que el material en la pantalla de una computadora y la copia impresa en papel es útil para tomar notas”, con una media de 4 y una D.E. de 0.87. Son 48 los alumnos que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión, siendo 11 los que no tienen una opinión formada.

El ítem “El no tener que preocuparme por los cálculos aritméticos cuando uso la computadora, hace que me concentre mejor en las ideas esenciales de la matemática” tiene una media más baja (3.48) y una D.E. de 0.97. La mitad de los estudiantes (33) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión, pero a 20 estudiantes le es indiferente.

Respecto a los otros cuatro ítems, “Me resulta difícil comprender la transferencia de ideas de la pantalla de una computadora a mi mente” tiene una media de 2.11 (en desacuerdo) y una D.E. 0.77. Si miramos las frecuencias absolutas, 46 alumnos está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esto, siendo 16 los que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación, es decir tienen dificultades en traducir lo que ven en la pantalla a sus ideas matemáticas.

“El seguimiento de las instrucciones tecleadas pone mi atención fuera de la matemática” tiene una media de 2.15 (en desacuerdo) y una D.E. de 0.9. Son 21 los estudiantes a los que le es indiferente esta expresión, 20 están de desacuerdo y 18 totalmente en desacuerdo. Es decir, aproximadamente la mitad de los estudiantes no se distrae cuando teclaea o entra los datos en la computadora.

En cuanto a “Cuando leo la pantalla de una computadora, tengo la tendencia a pasar por alto los detalles de las ideas matemáticas”, 21 estudiantes son indiferentes a esta expresión, siendo 34 los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo.

Con una media de 2.79 y D.E. de 1.01 se tiene “Rara vez reviso el material inmediatamente después de que una sesión por computadora

ha terminado”, siendo 25 los alumnos que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, a 21 le es indiferente y 16 están de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Para sintetizar en primera instancia se observa, en general, una D.E. considerable en cada uno de los ítems, evidenciando posiciones diferenciadas. Con un alto porcentaje de acuerdo o totalmente de acuerdo los estudiantes valoran la computadora como fuente de variados ejemplos, como una herramienta que les permite graficar y relacionar esos gráficos con ecuaciones. A su vez les es útil tener material impreso mientras la usan. Pero esto no quiere decir que, para todos, al contar con este instrumento que hace cálculos de una manera rápida, puedan concentrarse más en las ideas matemáticas.

Luego aproximadamente la mitad de los alumnos puede transferir las ideas de la pantalla a su mente, escribir en la computadora no lo aleja de la matemática, revisa el material luego de haberlo realizado y no pasa por alto los detalles.

4.2. Segunda parte: actitudes hacia el aprendizaje de la matemática con GG

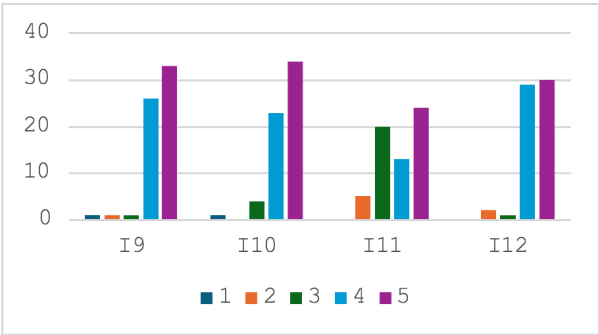


Figura 2. Frecuencias absolutas Segunda Parte

Tres de las cuatro proposiciones tienen media de 4.4 o más y, a lo sumo 3 alumnos están en desacuerdo con las mismas. Así que se puede deducir que a la mayoría de los alumnos le gusta usar la aplicación, que consideran que vale la pena el esfuerzo de aprenderla y que pueden aprender mejor matemática utilizándola. En cuanto a “La matemática es más interesante usando GG”, 20 alumnos contestaron ni de acuerdo ni en desacuerdo y 37 entre de acuerdo y totalmente de acuerdo, es el ítem con mayor porcentaje de estudiantes que no tienen una opinión formada.

### 4.3. Tercera parte: actitudes del uso de GG en el aprendizaje de la matemática

En este caso se suprimió un ítem del cuestionario original y se agregaron los ítems 24 y 25.

	Enunciado	Media	D.E.
9	Me gusta usar la aplicación GG para matemática.	4.44	0.76
10	Vale la pena el esfuerzo adicional del uso de GG en matemática.	4.44	0.76
11	La matemática es más interesante cuando usas GG.	3.9	1.02
12	GG me ayuda a aprender mejor la matemática.	4.40	0.69
13	El poder de GG hace más fácil explorar ideas matemáticas.	4.23	0.78
14	GG está cambiando el modo de hacer matemáticas.	2.68	0.99
15	Sé que GG es importante, pero no siento la necesidad de usarlo para aprender matemáticas.	2.68	0.99
16	GG es una buena herramienta para los cálculos, pero no para mi aprendizaje de matemática.	2.52	0.94
17	Pienso que el uso de GG es una pérdida de tiempo en el aprendizaje de la matemática.	1.69	0.84
18	Prefiero hacer todos los cálculos y gráficos manualmente sin tener que usar GG.	2	0.91
19	Me gusta explorar métodos matemáticos e ideas usando GG.	3.79	0.98
21	Disponer de GG para hacer el trabajo rutinario me permite probar diferentes métodos y enfoques.	3.95	0.78
22	Quiero mejorar en el uso de GG para que me ayude a aprender matemática.	3.95	0.84
23	Los símbolos y el lenguaje de la matemática son bastante complicados sin la adición de GG.	2.61	0.91
24	He participado de forma más activa cuando uso GG.	3.47	1.08
25	GG no me ha ayudado a reflexionar sobre mis errores.	1.95	0.84

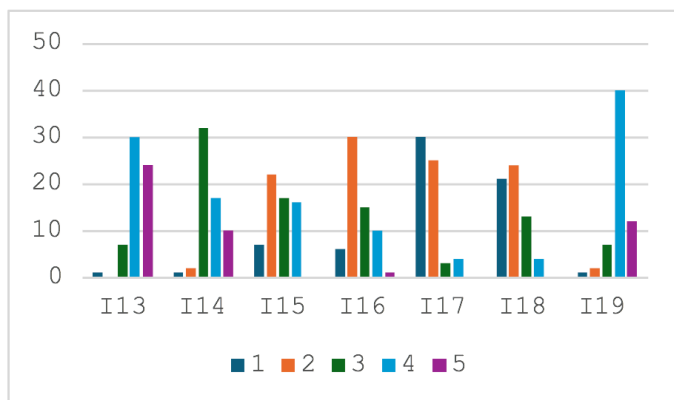


Figura 3. Frecuencias absolutas Tercera parte (ítems 13 al 19)

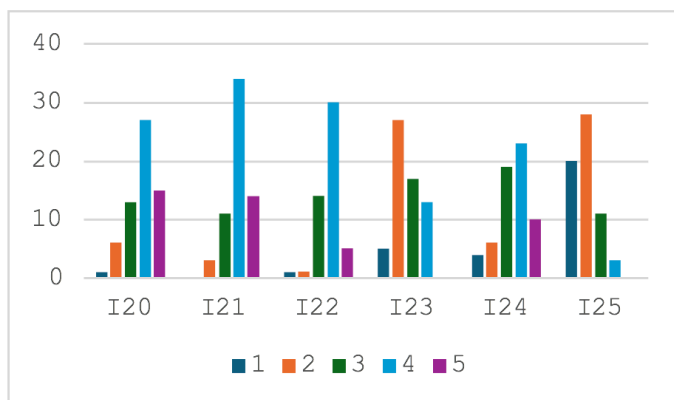


Figura 4. Frecuencias absolutas Tercera Parte (ítems 20 al 25)

Se comienza por el análisis en las Figuras 3 y 4 de las proposiciones redactadas en forma positiva. La de mayor media (4.23, con D.E. de 0.78) es el ítem 13 “El poder de GG hace más fácil explorar ideas matemáticas”. Fueron 54 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión y uno solo totalmente en desacuerdo. Es una de las funciones del software, permitir analizar varios casos sin demasiado esfuerzo y poder luego sacar conclusiones o sintetizar, etc. A su vez es uno de los aspectos que surge valorado como positivo en numerosas investigaciones ([1],[2],[3],[8]). Este ítem está relacionado con el 20: “Me gusta explorar métodos matemáticos e ideas usando GG” con una media menor (3.79) y una D.E. de 0.98. La



cantidad de alumnos que están de acuerdo o totalmente de acuerdo desciende a 42 y son 13 los que contestan en forma indiferente. Es decir, reconocen que les sirve para explorar, pero quizás no les guste demasiado.

Se continúa con el ítem 19: “El uso de GG para cálculos me facilita hacer las aplicaciones más realísticas”, en el cual 52 estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo. Se recuerda que esta encuesta fue administrada luego que los alumnos trabajen con una Autoguía en la cual se modelaba la profundidad de las mareas. Quizás el hecho de usar el software para el ajuste de los datos experimentales hizo que los estudiantes valoren esta expresión. Luego tenemos el ítem 22 “Quiero mejorar en el uso de GG para que me ayude a aprender matemática” con una media de 3.95 y una D.E. de 0.84. Son 35 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo (aproximadamente la mitad), a 14 le es indiferente. Es oportuno aclarar que los estudiantes usan GG en sus exámenes parciales y finales, quizás este punto sea importante para ellos en las situaciones mencionadas.

El ítem 14: “GG está cambiando el modo de hacer matemáticas” tiene una media de 3.53 y para 32 estudiantes esta expresión es indiferente, son 27 los que están de acuerdo o totalmente de acuerdo. La mitad de los estudiantes tiene una posición indiferente ante esta proposición.

“Disponer de GG para hacer el trabajo rutinario me permite probar diferentes métodos y enfoques” tiene una media de 3.95 y D. E. de 0.78 y son 42 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo, siendo 13 a los que les resulta indiferente esta expresión y 6 están en desacuerdo. Esta afirmación está relacionada con la exploración. Por último “He participado de forma más activa cuando uso GG” tiene una media menor (3.47) y una D.E. mayor (1.08), ya que son 19 los estudiantes que no tienen una opinión formada al respecto, 10 los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, siendo la mitad los que se identifican con la misma.

Se estudian los ítems redactados en forma negativa. Con una media de 1.69 y D.E. de 0.84: “Pienso que el uso de GG es una pérdida de tiempo en el aprendizaje de la matemática”. Son 36 alumnos los que están totalmente en desacuerdo o en desacuerdo con esta expresión y a 15 le es indiferente. Más de la mitad del grupo piensa que no pierde el tiempo cuando utiliza GG en el aprendizaje de la matemática. Luego le sigue con una media de 2 y D.E. de 0.91 “Prefiero hacer todos los cálculos y gráficos manualmente sin tener que usar GG”. La mayoría de los alumnos (55) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con

esta proposición. En las clases se nota una dependencia del software a la hora de graficar, cuestión que coincide con este resultado. Son 48 alumnos los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo sobre “GG no me ha ayudado a reflexionar sobre mis errores”. Con una media de 2.52 y D.E. de 0.94 “GG es una buena herramienta para los cálculos, pero no para mi aprendizaje de matemática”. Más de la mitad de los alumnos están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, son 15 los que contestan en forma indiferente y 10 totalmente de acuerdo. Esto es 25 estudiantes no identifican en forma clara que el software los ayude a aprender matemática. Luego se tiene “Los símbolos y el lenguaje de la matemática son bastantes complicados sin la adición de GG” con una media de 2.61 y D.E. de 0.91, la mitad de los estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, 17 son indiferentes y 13 están de acuerdo. Y, por último: “Sé que GG es importante, pero no siento la necesidad de usarlo para aprender matemáticas” con una media de 2.68 y una D.E. de 0.99. También, a 17 estudiantes les resulta indiferente y 16 están de acuerdo.

De estos últimos ítems se sintetiza que aproximadamente la mitad de los estudiantes (entre 25 y 33) tiene dudas o no percibe que GG sea un elemento importante para el aprendizaje de la matemática.

*4.4. Cuarta parte: experiencia de Autoguía con GG en el estudio de funciones*

En esta parte se cambiaron los ítems 29 y 30 del original para que estén más relacionados con el uso de la Autoguía.

	Enunciado	Media	D.E.
26	He encontrado GG útil para el aprendizaje sobre estudio de funciones.	4.56	0.59
27	Usar GG para aprender todo un tema es frustrante.	2.35	1.01
28	El uso de GG en este tema hace el aprendizaje más interesante.	4.1	0.76
29	Prefiero aprender con contenido guiado usando GG que con la exposición del profesor en el pizarrón.	2.5	1.14
30	En términos generales, me gustó la experiencia con Autoguía y GG.	4.18	0.69

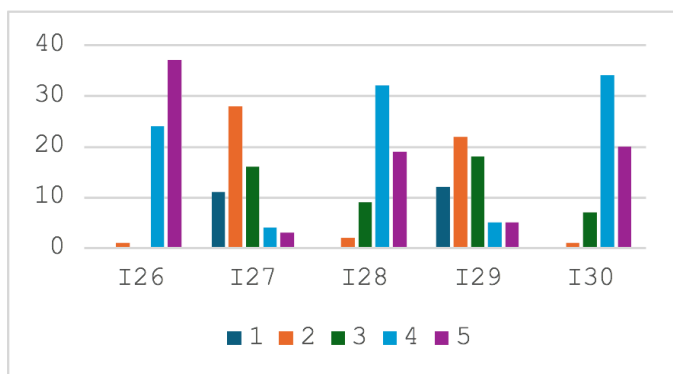


Figura 5. Frecuencias absolutas Cuarta Parte

Todos los estudiantes salvo uno están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la expresión. “He encontrado GG útil para el aprendizaje sobre estudio de funciones”. Se menciona aquí que ese estudiante contestó siempre con totalmente en desacuerdo o en desacuerdo cuando el enunciado es positivo y totalmente de acuerdo o de acuerdo cuando es negativo, siendo un caso que interviene en la media y en la D.E. de cada ítem. Son 54 alumnos a los que les gustó trabajar con la Autoguía, siendo 7 los que contestan en forma indiferente. En forma similar respondieron al ítem “El uso de GG en este tema hace el aprendizaje más interesante”, siendo en este caso 9 a los que les resulta indiferente y dos que están en desacuerdo con esta expresión.

Luego se tiene “Usar GG para aprender todo un tema es frustrante” con una media de 2.35 y una D.E. de 1.01 en el cual hay resultados dispares: son 39 los estudiantes que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, 16 a los que le es indiferente y 7 los que están totalmente de acuerdo o de acuerdo.

Para “Prefiero aprender con contenido guiado usando GG que con la exposición del profesor en el pizarrón” 34 estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, esto es prefieren la exposición del profesor, a 18 les resulta indiferente y sólo 10 prefieren estudiar en forma autónoma.

La experiencia con Autoguía para el aprendizaje del estudio de funciones usando GG y tecnología fue buena para la mayoría de los alumnos, aunque pareciera que muchos de ellos prefieren la exposición de contenidos por parte del docente.

4.5. Quinta parte: matemática y tecnología

Se agregaron los tres últimos ítems respecto al cuestionario original.

	Enunciado	Media	D.E.
31	Me gusta aprender matemática con la ayuda de la computadora.	4.27	0.66
32	La retroalimentación inmediata de la computadora es útil para resolver problemas de matemática.	4.31	0.69
33	La revisión de la lección en la tarea por computadora me ayuda a repasar los conceptos matemáticos.	4.08	0.71
34	Los exámenes de matemática por computadora con puntuación inmediata me ayudan a evaluar mi propio entendimiento y rendimiento.	3.92	0.93
35	Me gustan las pruebas de matemática por computadoras más que las pruebas de lápiz y papel.	2.95	1.02
36	La computadora refuerza mi aprendizaje de la matemática y hace que aprenda matemática con más ejemplos.	4	0.83
37	La computadora me ayuda en el estudio de la matemática con los elementos gráficos y con los cálculos numéricos.	4.37	0.58
38	Tengo dificultades cuando tengo que transferir la información de las actividades matemáticas de la pantalla de la computadora.	2.42	0.88

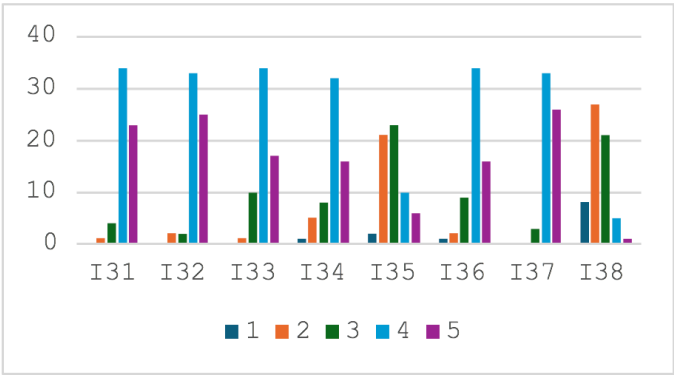


Figura 6. Frecuencias absolutas Quinta Parte

“La computadora me ayuda en el estudio de la matemática con los elementos gráficos y con los cálculos numéricos” es una expresión a la que están de acuerdo la mayoría de los estudiantes (59) y 3 no tienen opinión formada. Este ítem está relacionado con el 18 de la tercera dimensión del cuestionario. Le sigue en forma similar (58 estudiantes de acuerdo o totalmente de acuerdo) “La retroalimentación inmediata de la computadora es útil para resolver problemas de matemática” con una media de 4.31 y D.E. 0.69. Lo mismo que “Me gusta aprender matemática con la ayuda de la computadora” (57 alumnos de acuerdo). Es decir, estos tres ítems son los más valorados por la mayoría casi absoluta del grupo: la computadora los ayuda en el estudio de la matemática sobre todo en los cálculos y gráficos, en la retroalimentación inmediata y sienten gusto de aprender la disciplina con esta herramienta.

Resultados similares tienen “La revisión de la lección en la tarea por computadora me ayuda a repasar los conceptos matemáticos”, “La computadora refuerza mi aprendizaje de la matemática y hace que aprenda matemática con más ejemplos” y “Los exámenes de matemática por computadora con puntuación inmediata me ayudan a evaluar mi propio entendimiento y rendimiento” con 51, 50 y 48 estudiantes de acuerdo respectivamente. En estos casos el número de respuestas indiferentes oscila entre 8 y 10. Se vuelve a valorar la cantidad de ejemplos con la computadora (aspecto relacionado con la exploración) y se agrega las evaluaciones de opción múltiple con puntuación inmediata que se tienen en la materia.

Para el ítem “Me gustan las pruebas de matemática por computadoras más que las pruebas de lápiz y papel” 23 estudiantes no tienen una opinión formada (la media es de 2.98), mientras que 23 están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo y sólo 16 de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Por último “Tengo dificultades cuando tengo que transferir la información de las actividades matemáticas de la pantalla de la computadora” un poco más de la mitad del grupo está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, siendo 21 a los que les resulta indiferente.

## **5. Conclusiones**

En concordancia con [14] el análisis de fiabilidad permite concluir que el cuestionario de actitudes elaborado es confiable para determi-

nar las actitudes de los estudiantes hacia el uso de la tecnología en el aprendizaje de la Matemática.

En primer lugar, se hace una síntesis de las 5 dimensiones estudiadas. La mayoría de los estudiantes valora la interacción matemática-computadora como ayuda en su aprendizaje proporcionando ejemplos, gráficos y ecuaciones (en concordancia con [1], [6]) y esto lo acompañan con notas en lápiz y papel. Existe una postura indiferente (esto es no están de acuerdo ni en desacuerdo) frente a la revisión del material y la concentración sobre las ideas matemáticas debido a que la computadora realiza los cálculos.

En cuanto al aprendizaje de la matemática con GG está claro que a una mayoría amplia de estudiantes les gusta, los hace aprender mejor y consideran que el esfuerzo adicional vale la pena.

Cuando usan GG en sus tareas perciben el poder de exploración, de cálculos y que no es una pérdida de tiempo aprenderlo. En cuanto a otro tipo de reflexiones varios alumnos quieren mejorar su uso para aprender mejor matemática. También existe un alto porcentaje de estudiantes a los cuales le es indiferente las expresiones como “GG es importante pero no para mi aprendizaje”

En cuanto a la valoración de la experiencia con Autoguía, a la mayoría le gustó, le pareció interesante, pero varios prefieren la exposición del profesor.

Por último, les gusta aprender matemática con tecnología, repitiéndose la valoración de los elementos gráficos, los ejemplos, los cálculos y la retroalimentación inmediata.

Si se analizan los ítems en su conjunto, independientemente de la dimensión donde se encuentran, los más valorados son aquellos que se basan en el software o computadora como elementos de exploración, de creación de ejemplos, realización de cálculos y gráficos.

Los ítems que hacen referencia al “gusto” por el estudio de la matemática con GG o con computadora (9 - 30 - 31) también tiene una media igual o superior a 4 puntos, salvo el 20 con una media de 3.79. En este último caso hay varios alumnos que contestan en forma indiferente a la expresión.

Los ítems 10 - 11 - 15 - 16 - 22 se pueden involucrar con la utilidad del software o computadora en el aprendizaje de la matemática, también están bien valorados por los estudiantes.

Los ítems 2 - 3 - 4 - 6 - 7 - 25 y 38 tienen que ver con aspectos más metacognitivos, es decir lo que el estudiante piensa sobre las habilidades o conocimientos propios al usar tecnología en el aprendizaje de la matemática. En este caso no les resulta difícil transferir

las ideas desde la computadora al lápiz y papel, pueden reflexionar sobre sus errores y, con una puntuación menos favorable, les ayuda a concentrarse mejor en las ideas matemáticas. Este es un primer estudio sobre el constructo actitud en el aprendizaje de la matemática con tecnología. Resta profundizar en investigaciones posteriores con entrevistas y observaciones en clase.

## 6. Referencias

1. Barahona, F.; Barrera, O.; Vaca, B e Hidalgo: GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica ESPOL (RTE)*, Vol. 28, No. 5, pp. 121-132 (2015).
2. García Cuellar, D.; Martínez-Miraval, M. y Flores Salazar, J.: Génesis instrumental de la razón de cambio instantánea mediada por GeoGebra. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 31, No. 2, pp. 1876-1883 (2018).
3. Pabón Gómez, J.; Nieto Sánchez, Z. y Gómez Colmenares, C.: Modelización matemática y GEOGEBRA en el desarrollo de competencias en jóvenes investigadores. *Revista Logos, Ciencia y Tecnología*, Vol. 7, No. 1, pp. 65-70 (2015).
4. Ramos, J.; Briceño Solís, E.; Zaldívar Rojas, J.: Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional en estudiantes del bachillerato con el uso de tecnología. *Revista Electrónica AMIUTEM*, Vol. IV, No. 2, pp. 15-32 (2016).
5. Ruiz, L.; Del Rivero, S. y Valenzuela, H.: GEOGEBRA: autorregulador del aprendizaje en conocimientos previos en cálculo diferencial. *Revista Entorno Académico*, Vol. 20, pp. 15-22 (2018).
6. Salcedo Lagos, P. La noción de función: su enseñanza aprendizaje realizando transformaciones de registros de representación con el apoyo de GeoGebra. Trabajo final para obtener el título de Magister en Didáctica de la Matemática. Universidad de Concepción (2018)
7. Saucedo, R.; Godoy, J.; Fraire, R. y Herrera, H.: Enseñanza de las integrales aplicadas con GeoGebra. *El Cálculo y su enseñanza*, Vol. 5, pp. 125-138 (2014).
8. García López, M.; Romero Albaladejo, I. y Gil Cuadra, F. Efectos de trabajar con GeoGebra en el aula en la relación afecto- cognición. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 39, No.3, pp. 177-198 (2021).
9. Rodríguez, M.; Barreiro, P.; Leonian, P., Marin, T. y Pochulu, M. Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en Educación Matemática. Ediciones UNGS (2017).
10. Williner, B.; Favieri, A. Tareas y capacidades matemáticas con el uso de GeoGebra en la clase de Análisis Matemático. *Actas de XVIII Congreso TEYET. UNAHUR*, pp. 197-206 (2023).
11. Williner, B. Influencia de Tareas con Software GeoGebra en el Desarrollo

- de la Competencia Matemática en Estudiantes de Ingeniería. *BOLEMA*, Vol. 38, <https://doi.org/10.1590/1980-4415v38a230215> (2024).
12. Williner, B y Suelves, N.: Diseño de una Situación de Aprendizaje para Promover la Competencia Matemática con Apoyo de Tecnología, en *Carreras de Ingeniería en Informática*. CONAIIISI, en prensa (2024).
  13. Gómez Chacón, I. M.: Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 28, No. 2, pp. 227-244 (2010).
  14. López, R.; Castro, E.; Molinas, M. y Moreno, L.: Elaboración y Validación de un cuestionario de actitudes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/279492507\\_Elaboracion\\_y\\_validacion\\_de\\_un\\_cuestionario\\_de\\_actitudes\\_hacia\\_el\\_uso\\_de\\_la\\_tecnologia\\_para\\_el\\_aprendizaje\\_de\\_las\\_matematicas](https://www.researchgate.net/publication/279492507_Elaboracion_y_validacion_de_un_cuestionario_de_actitudes_hacia_el_uso_de_la_tecnologia_para_el_aprendizaje_de_las_matematicas)
  15. Rodríguez-Rodríguez, J. y Reguant-Álvarez, M. Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach: *REIRE*, Vol. 13, No. 2, pp. 1-13 (2020).



# **Integración de práctica y teoría en una experiencia pedagógica de introducción a sistemas de control para Ingeniería en Informática**

*Guillermo F. Caporaletti<sup>1</sup>*

## **Resumen**

Se presenta una experiencia pedagógica en un curso introductorio de sistemas de control para la carrera de Ingeniería en Informática de la <<Universidad>>. En el curso se hace eje en la integración de la práctica y la teoría a partir de experiencias de laboratorio. El resultado es no sólo el aprendizaje de técnicas de diseño en el área, sino también una contribución en la formación metodológica científico-profesional de los y las estudiantes.

## **Introducción**

En Ingeniería en Informática de la Universidad, la materia Sistemas de Control Automático se presenta en el sexto cuatrimestre. Según fundamenta el plan de estudios, el curso es una introducción a los sistemas de control que se aplican en la investigación, la industria y la domótica. Se busca que él o la estudiante sea capaz de desarrollar prototipos, ganando experiencia en la aplicación de sistemas embebidos. Aporta a la formación profesional integrando contenidos de software, hardware, matemática y física incorporados a lo largo de toda la carrera.

Incorpora el concepto de realimentación y otros elementos necesarios para la comprensión del aprendizaje reforzado en inteligencia artificial. En el área de matemática, exige la comprensión de las transformadas de Laplace y otros contenidos del área matemática. Requiere también integrar los conocimientos aprendidos en Física I y II, particularmente en la comprensión de la modelización de sistemas físicos. Se nutre además de los conocimientos de electrónica, no sólo para la modelización de circuitos eléctricos sino también para la implementación de actuadores operados mediante señales de tensión o

---

1. Profesor Adjunto Regular en la carrera de Ingeniería en Informática (UNDAV).

corriente. La programación de sistemas embebidos, utilizados para implementar el controlador en sí, requiere conocimientos de hardware y de software. Toda esta integración de contenidos debe lograrse junto con los contenidos específicos de sistemas de control, resultando en un complejo desafío pedagógico.

Ante esta complejidad, es usual que los libros sobre sistemas de control dediquen extensos capítulos a la base general de matemática y física para profundizar luego en los problemas específicos. Esto tiene la lógica de garantizar una descripción precisa de los métodos matemáticos y modelos físicos utilizados en control. Sin embargo, si el curso de control automático se estructura siguiendo taxativamente esta secuencia, implicaría ir desde lo abstracto a lo concreto, desde lo general a lo particular. En la forma clásica o tradicional de la enseñanza, equivale a “explicar” la teoría para luego, en el mejor de los casos, corroborar su validez con prácticas de laboratorio. Según este enfoque, las prácticas tienden a ser una repetición mecánica de mediciones y cálculos. Al estudiante se le propone escuchar primero la teoría y repetir luego tal o cual experiencia. Su rol queda secundarizado. El eje queda puesto en las clases magistrales.

Consideramos que no es la mejor solución, en primer lugar, porque así se tiende a presentar la teoría como una verdad ya dada, incuestionable. Junto con esto, implicaría la postergación de los temas específicos de control, lo que además suele resultar desmotivante. Tal es así que en las sucesivas ediciones de su clásico libro *Ingeniería de control moderna* [1], Katsuhiko Ogata ha ido desplazando acertadamente temas de matemática desde los primeros capítulos a los anexos, buscando introducirse de forma más directa a los temas específicos.<sup>2</sup>

En nuestro abordaje para la materia, se busca jerarquizar la práctica –con experiencias de laboratorio concretas– de modo tal que los problemas que aparecen nos exijan profundizar en la teoría. De este modo, se aprovecha la práctica como disparadora de la búsqueda de soluciones y se ubican a los temas específicos de control como eje central de la materia, eje alrededor del cual se van incorporando los demás conocimientos matemáticos, físicos, electrónicos y de software, desde el inicio hasta el fin del cuatrimestre. En la experiencia del curso, esta estrategia de integración de práctica y teoría logró entusiasmo en los y las estudiantes, mejor comprensión de los problemas y subir el índice de aprobación.

En el presente trabajo, se analiza la experiencia del curso. Para

---

2. Esto surge de contrastar la 3ª edición y la 5ª edición de [1].

eso comienza describiendo brevemente las actividades que se realizan a lo largo del cuatrimestre, se conceptualiza un enfoque para la integración de la teoría y la práctica, se destaca el rol del trabajo en grupo, se puntualizan las formas de evaluación adoptadas y se presentan algunos resultados. También se hace un comentario sobre la experiencia del curso en el contexto de pandemia, reconfigurando las prácticas a modo remoto. El trabajo es un análisis principalmente cualitativo, en base a la experiencia docente, los comentarios y preguntas de estudiantes, y las encuestas de fin de curso. Se presentan también las cifras de inscripción y aprobación del curso. La bibliografía utilizada abarca temas de control, pedagogía y experimentación científica.

### **Breve descripción del curso**

El curso se inicia con una simple pregunta que remite a los pre-conceptos que tienen los estudiantes: “¿qué es control?”. La pregunta en la primera clase contribuye a introducir los elementos básicos de un sistema de control: un sistema físico (o planta); una medición de alguna variable de ese sistema; un controlador que utilice algún criterio lógico para actuar sobre el sistema físico y modificar esa variable que deseamos controlar. En esta primera clase, o a lo sumo la siguiente, ya se introduce también una clasificación cualitativa de los modos básicos de acción de control: acción encendido-apagado (o dos posiciones); acción proporcional; la acción modo integral y proporcional-integral-derivativo (PID). Esto permite comenzar inmediatamente con la planificación del primer trabajo de laboratorio, para lo cual se conforman grupos de trabajo.

El trabajo de laboratorio N°1 corresponde al control encendido-apagado sobre una planta elegida por cada grupo. Es el modo de acción de control más sencillo y es muy utilizado en aplicaciones reales. Se busca que los grupos abarquen diversos sistemas físicos a controlar. Los más usuales son: pava eléctrica, heladera portátil, cama caliente de impresora 3D, nivel de agua en un tanque, cinta transportadora, ascensor y velocidad de un electroventilador. Cuatrimestre a cuatrimestre se van sumando nuevos sistemas (o plantas), tomando las propuestas de los estudiantes. En este primer trabajo los grupos logran controlar una variable, aunque con ciertas limitaciones. El descubrimiento de estas limitaciones por parte del grupo es también uno de los objetivos de esta práctica.

Antes de este primer trabajo de laboratorio, es necesario incorporar las nociones de modelización de un sistema físico. Nos concentramos

en los sistemas lineales invariantes en el tiempo, que permiten utilizar las técnicas de Laplace. Mediante la simulación, el modelo resultante se confronta con las mediciones reales. Esto permite analizar las limitaciones de nuestra modelización y la necesidad (o no) de mejorarla. El modelo en 1º orden de la transferencia de la planta se escribe bajo la forma matemática de la ecuación (1). La simulación de la respuesta de esta transferencia ante una entrada escalón se ve graficada en la figura 1.A para el caso de una pava eléctrica. Físicamente, esta ecuación de 1º orden describe la acumulación de calor por parte del agua contenida.

$$G_1(s) = \frac{R}{\tau * s + 1} \quad (1)$$

Un ejemplo típico de los problemas que se nos presentan es entender por qué muchos de los sistemas físicos que probamos presentan un tiempo de retardo **td**, que no habíamos previsto en nuestro modelo. En la figura 1 puede apreciarse esta diferencia entre estimación de la simulación y la medición de un caso real (1.B), que funciona como interrogante disparador para analizar cómo explicarlo. En la figura 1.B se puede apreciar este tiempo **td**.

Otro problema usual es comprender el sobrevalor, inesperado en un modelo de 1º orden, tal como se grafica en la Figura 1.A. En la medición real, en cambio, apareció un sobrevalor de algo más de 5 °C. A grandes rasgos terminamos afirmando que ambos fenómenos señalan que este sistema físico necesitaría modelizarse con una ecuación de orden superior a 1. Físicamente podemos analizar que, en la ecuación (1), no habíamos tenido en cuenta que la temperatura del agua no es homogénea dentro de la pava y que la resistencia calefactora es otro elemento que también acumula calor para elevar su temperatura y luego calentar el agua.

De este modo, terminamos avanzando en una versión un poco más completa del modelo, típicamente de 3º orden. Es usual utilizar la aproximación del retardo mediante Mac Laurin, didácticamente explicada por Kuo [2]. Con la modelización de este retardo, se logra modelizar matemáticamente también el sobrevalor registrado en la práctica. Esto se ejemplifica en la ecuación (2) para el caso de una pava eléctrica. Lo desconcertante de nuestro nuevo modelo es que, incluso siendo más complejo, tampoco es una descripción exacta de nuestro sistema real. Se hace explícito entonces que optamos por

mejorar nuestro modelo en la medida que sea necesario para nuestro objetivo de control concreto.

$$G_2(s) = \frac{R}{(\tau \cdot s + 1) * (\frac{1}{2} \cdot t d^2 \cdot s^2 + t d \cdot s + 1)} \quad (2)$$

Este procedimiento, teoría-práctica-teoría, logra una mejor comprensión del problema que si simplemente se describiera el modelo más adecuado para este sistema y luego se comprobara con una experiencia ya verificada. Este último procedimiento, teoría-práctica o meramente teoría-experiencia, adormece las inquietudes y da una apariencia de teoría infalible.

El trabajo de laboratorio N°2 corresponde al control proporcional, proporcional-integral o PID. Previamente, se desarrollan estos temas en forma teórica y se simula cómo respondería la planta elegida ante este tipo de control. Las simulaciones permiten, por una parte, comprender mejor las ventajas y desventaja de cada modo de acción de control. Y por otra, permiten ahorrar mucho tiempo de prueba y error en la elección de parámetros para el control.

Para tomar un ejemplo, en el trabajo N°1 en general se logra controlar la temperatura del agua de una pava eléctrica con una precisión que no llega a los 5 °C. Hacia el segundo trabajo de laboratorio, el grupo logra en general una precisión de 0,2 °C. En este proceso se refleja no sólo un avance del conocimiento, sino también en el método de investigación y aprendizaje.

El trabajo de laboratorio N°3 tiene como objetivo familiarizarse con el uso de PLC (*Programmable Logic Controller*). Esta práctica se realiza programando un PLC y conectándolo a un sistema real. En nuestro caso, una planta con actuadores neumáticos.

En los cursos que se vienen dando, hemos comprobamos que la práctica no sólo es fundamental para la comprensión de los problemas teóricos, sino que es especialmente incentivadora. El incentivo de lograr controlar algo en apariencia tan simple como una temperatura, una velocidad, posición o alguna otra variable física lleva a buscar preguntas, respuestas y nuevas preguntas. Así se conforma un aprendizaje orientado a la resolución de problemas, cuestión fomentada por el enfoque STEM o STEAM [3] [4] [5]. Los estudiantes toman entonces un rol activo y principal en el aprendizaje; y el equipo docente va ocupando un rol orientativo.

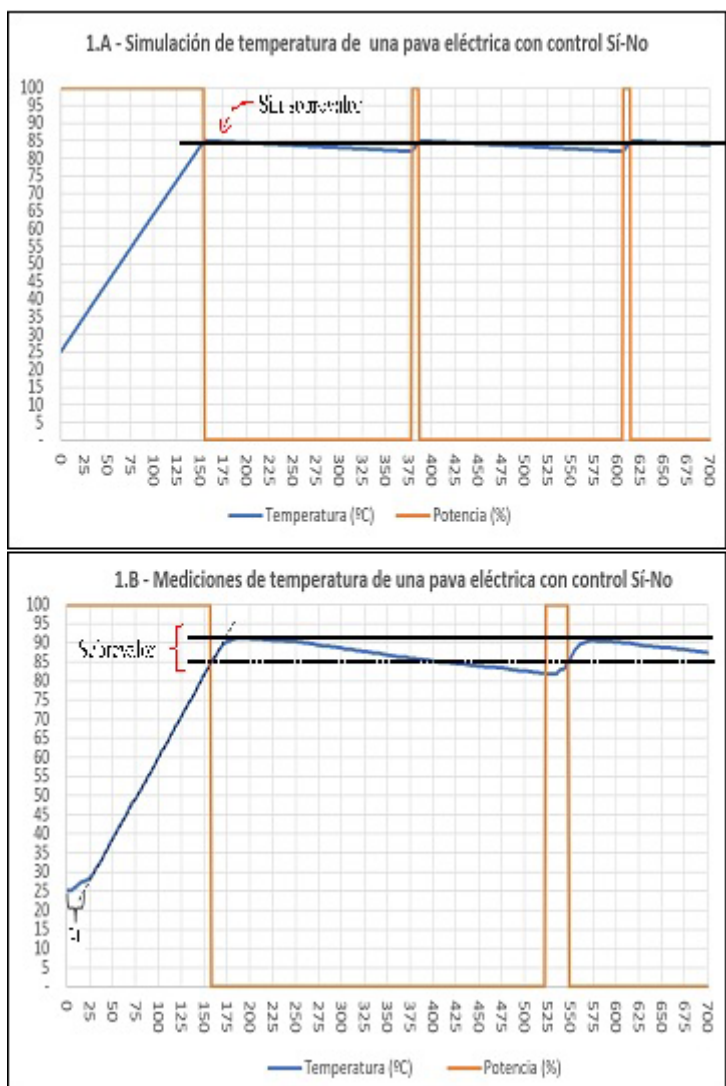


Figura 1. Comparación de valores de temperatura simulados (1.A) y medidos (1.B) para una pava eléctrica con control encendido-apagado. Corresponde al trabajo de laboratorio N° 1 del curso.

Los estudiantes han reflejado en las encuestas elaboradas por la Secretaría Académica una percepción altamente positiva sobre el desarrollo del curso. Entre los comentarios, se destaca la devolución

de los informes de los trabajos de laboratorio como parte del proceso de aprendizaje. La cátedra también elabora encuestas de fin de curso con resultados similares.

## Teoría y práctica

Hacia el final de un cuatrimestre un estudiante preguntó: “¿Por qué los resultados de los trabajos de laboratorio son tan distintos a la teoría que vemos?”. La pregunta, en apariencia ingenua, es en verdad profunda. Revela un salto en la concepción misma del conocimiento: la realidad *no funciona* exactamente como diría la teoría. Porque toda teoría es una aproximación a la realidad. La sucesiva confrontación de la práctica y la teoría va elevando el nivel de conocimiento y es lo que da lugar al llamado espiral dialéctico del conocimiento. Reducir el conocimiento a la aplicación (concreta y particular) de teoría (abstracta y general) ya dada previamente como verdadera no se corresponde con la historia misma de la ciencia y la tecnología; y tampoco es el mejor método para el aprendizaje y la formación de los estudiantes. La disociación de teoría y práctica en la enseñanza de la ingeniería tiene un origen histórico y sigue siendo hoy un problema a resolver [6].

En realidad, la humanidad ha avanzado y avanza en su conocimiento científico a través del método dialéctico práctica-teoría-práctica señalado. Es un proceso social. Sin embargo, para los estudiantes es necesario un nuevo proceso de aprendizaje, que se da en el acto didáctico del curso y es en el cual cada estudiante se apropia de ese conocimiento científico social. Esto es lo que Lev Vygotski sintetizó como la ley de doble formación: primero social y luego individual.<sup>3</sup> En ambos procesos la práctica tiene un rol fundamental. Nuestra práctica didáctica dentro del curso es a la vez nuestra propia comprobación de este método.

Junto con este enfoque, analizamos al aprendizaje no como una mera incorporación de conceptos teóricos, sino especialmente como una apropiación de herramientas y un enfoque para actuar sobre el mundo real. En este sentido, Enrique Pichon-Rivière define al aprendizaje como una “apropiación instrumental –por el conocimiento– de la realidad para transformarla”, caracterizando al conocimiento como una relación o nexo entre sujeto y realidad.<sup>4</sup> Consideramos que la

---

3. Para más detalles se puede consultar [11, pp. 191-198].

4. Citado en [12]. Sobre la relación entre teoría, práctica y aprendizaje, puede consultarse también [11, pp. 40-41].

comprensión (o reconstrucción) de los conceptos teóricos necesita de la mayor comprobación práctica que se pueda realizar durante el curso (y también luego del mismo).

En nuestra materia, la solución para un sistema de control automático en particular nos exige conocimientos específicos. Esto ocurre incluso en nuestros sistemas en pequeña escala, que utilizamos con fines didácticos. Nuestra práctica a lo largo del curso presenta más o menos los mismos problemas que los sistemas reales: alinealidades, ruido, parámetros distribuidos, etc. Y, así como cuestionamos que la mera exposición de conceptos sea suficiente (cuestión que hoy puede ser resuelta también con videos en internet), buscamos que la práctica tampoco sea repetitiva, sino un incentivo a la creatividad en la resolución de problemas.

En relación a este punto afirma Baird: “El uso del tiempo de laboratorio resultará más fructífero cuando los experimentos se acepten como problemas que deben resolverse por el estudiante mismo. Ciertamente se cometerán errores de juicio, pero podemos aprender de manera más eficiente de la experiencia personal con las consecuencias de nuestras decisiones, que de seguir rígidamente algún procedimiento ‘correcto’ establecido. Lo que aprendemos es más importante que lo que hacemos. Esto no quiere decir, sin embargo, que debemos mostrar indiferencia complaciente con el resultado del experimento. El desarrollo de nuestras habilidades experimentales sólo se logrará si tomamos en serio el reto de obtener el mejor resultado posible de cada experimento.” [7]

En ocasiones puede resultar un incentivo la utilización de técnicas más modernas para las prácticas de laboratorio [8]. Sin embargo, la experiencia del curso corrobora que lo fundamental para lograr un rol activo de los estudiantes es buscar una adecuada integración de práctica y teoría. El desafío pedagógico pasa primordialmente por buscar problemas, iniciativas y formas de que el estudiante protagonice el aprendizaje.

## **Los grupos de trabajo**

A lo largo de cada cuatrimestre se mantienen grupos de estudiantes, preferentemente tres o cuatro. Cada grupo asume una tarea: controlar un sistema físico determinado, probando diversos modos de acción. Alrededor de cómo resolver esta tarea, los estudiantes buscan respuestas y soluciones. Éste es el reto que asume cada grupo.

Este abordaje ubica a los estudiantes como los principales pro-



tagonistas del curso. Los docentes orientamos o dirigimos este acto didáctico, pero logramos así dosificar las explicaciones descriptivas adelante del curso. En cambio, nos concentramos más en ver el estado de avance de cada grupo. Incluso, en ocasiones queda a cargo de cada grupo la explicación para el conjunto sobre –por ejemplo– cómo modelizan su sistema particular.

También debe destacarse la importancia del debate que se da dentro de cada grupo. Lo que buscamos, junto con la tarea grupal, es facilitar las herramientas para que puedan resolverla. Parte de esto es seleccionar y/o elaborar adecuadamente los textos –ni muy elementales ni muy extensos– y buena parte de los elementos materiales. Buscamos promover también la búsqueda bibliográfica y la resolución de los elementos necesarios. En cualquier caso, el grupo es la primera instancia que determina si van encaminados o no. Luego viene la supervisión. Se fomenta así la comprensión entre pares (los estudiantes), sabiendo que no siempre tendrán un docente que les asegure qué está bien y qué está mal. Esto también es parte de la formación profesional.

Existe de todos modos un límite por la división de sistemas particulares por grupo. Se busca que cada estudiante comprenda no sólo su sistema particular, sino también el conjunto de problemas y la teoría, que es general. Por este motivo mantenemos presentaciones y actividades con temas generales para el conjunto del curso. Parte de esto es también darle lugar a la puesta en común de las experiencias de laboratorio, en la que cada grupo no sólo describa sino también analice su experiencia para el resto. Sería mejor que todos practiquen con todos los sistemas, pero obviamente el tiempo limitado lo impide. Apostamos entonces a que la comprensión precisa de un sistema particular contribuya a una mejor comprensión de los sistemas analizados por los demás grupos y de la teoría en general. Y nos proponemos también que el método desarrollado los prepare mejor para emprender soluciones ante futuros problemas que ni siquiera fueron abordados dentro del curso.

## **En contexto de pandemia**

Como ocurrió en todo el ámbito educativo, las restricciones producto de la pandemia de Covid-19 implicaron durante los años 2020 y 2021 una enorme dificultad en la enseñanza del curso. Habiendo descartado de inicio la posibilidad de reducir el curso a una mera exposición teórica, se reconvirtió la práctica presencial en una práctica

remota ejecutada por el equipo docente. Los estudiantes tomaron parte en planificar cada práctica y programar los microcontroladores utilizados. La experiencia directa de los estudiantes se transformó en indirecta –a través de los docentes–. Ciertamente, los estudiantes se perdieron ciertos detalles importantes de implementación, aunque se pudo conservar algo del método de investigación en las condiciones impuestas por el contexto.

Por una parte, la experiencia en pandemia sirvió para desechar algunas idealizaciones de las prácticas remoto que las equipara con la presencialidad. Por otra parte, se les ha dado un impulso que puede lograr complementar las prácticas presenciales con las remotas, ampliando las posibilidades consideradas hasta la pandemia. Esto puede aplicarse, especialmente, en ciertas prácticas demasiado lentas para realizarlas durante un horario habitual de clases. Además, en cualquier caso, una práctica o experiencia acotada es siempre mejor que una no-práctica. [9]

## **Evaluación**

La jerarquización de las prácticas de laboratorio tomó forma, luego de cierto tiempo, también en la forma de evaluación y aprobación. Esto requirió en primer lugar ir precisando un criterio general para la evaluación con nota de los informes de laboratorio, incluyendo contenido, forma y tiempo de presentación. Esta parte de la evaluación es grupal al igual que los trabajos de laboratorios.

A su vez, esto permitió repensar y reconfigurar los clásicos parciales de varias horas de duración. Tomando como referencia algunos ensayos obligados en pandemia, el criterio adoptado fue ir desglosando los contenidos teóricos con preguntas cualitativas en parciales presenciales de no más de 20 minutos y complementarlo con uno o dos trabajos prácticos o problemas de resolución domiciliaria.

Los trabajos de laboratorio y sus informes, por un lado, y los parciales presenciales y problemas domiciliarios, por el otro, constituyen aspectos complementarios de la evaluación. Por un lado, los trabajos de laboratorio son grupales y se arman en base a experiencias particulares. Por otro lado, los parciales y problemas son de ejecución individual y ayudan a garantizar una visión más general del conjunto de temas de la materia. Más allá de los detalles de aprobación y promoción, la nota final termina promediando aproximadamente en un 50% - 50% a las actividades grupales e individuales.

### Algunos resultados

Un primer resultado para analizar es la inscripción y aprobación del curso, que se muestra en la figura 2. Habiendo comenzado a desarrollar esta propuesta pedagógica en 2018, se evidencia una duplicación de los inscriptos al año siguiente. Esto es en sí mismo un elemento positivo, que tiene relación con la percepción que los y las estudiantes pasaron a tener del curso. Luego vino la pandemia.

En cuanto a los índices de aprobación, han rondado entre el 67% y el 100%, con un promedio del 89%. Esto es el resultado de haber logrado responder al desafío de integrar los conocimientos de matemática, física, electrónica, informática y control, sin que esto se presente como una barrera inalcanzable.

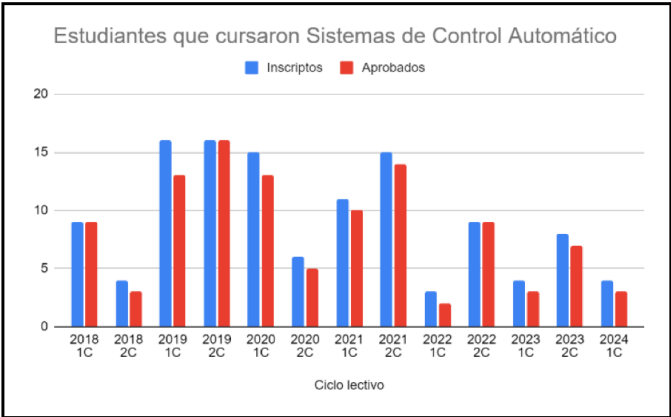


Figura 2. Inscriptos y aprobados a Sistemas de Control Automático desde 2018.

En cuanto a los contenidos, se ha logrado desarrollar los contenidos propuestos por el plan de estudio. Se le han reforzado sus aspectos prácticos. En este sentido, se tocan temas en apariencia simple, como el control sí- no ampliamente utilizado en la industria y en la domótica, y así también otros que suelen estar ausentes en los enfoques teóricos, como el efecto enrole del control integral o control PID. Entre otras cuestiones, el curso logra incorporar nociones básicas de control, algunos problemas claves como la estabilidad, tanto absoluta como relativa, realimentación negativa, y se problematiza el diseño de un sistema de control en función de requerimientos dados. En los trabajos de laboratorio se ha experimentado control de lazo abierto,

control sí-no, proporcional, proporcional-integral y PID. Una selección de trabajos puede consultarse en [10]. Entre los comentarios en la encuesta final del curso, realizada por la cátedra, se suelen destacar el “buen clima de cursada” y valoraciones positivas del curso.

## Comentarios finales

En la enseñanza de Sistemas de Control Automático hemos jerarquizado la práctica de laboratorio y el trabajo en grupos, con la orientación de enfocarlas en la resolución de problemas y buscando una permanente interacción entre práctica y teoría.

Evaluamos que esto ha favorecido el aprendizaje de los estudiantes no sólo en relación a los contenidos en sí de la materia, sino también en cuanto al método de estudio e investigación que han desarrollado. El esfuerzo de los estudiantes en comprender los problemas presentados les permite evitar la mera repetición de soluciones ya establecidas. Las tareas dadas a cada grupo como desafío motivador nos ubican, a los docentes, también en la necesidad de pensar y repensar estas prácticas, para que no se conviertan en una nueva repetición.

Buscamos en el artículo explicitar este enfoque epistemológico y pedagógico con que hemos planificado la enseñanza. Consideramos además que estas conclusiones pueden ser útiles no sólo para esta materia particular, sino que puede analizarse también en relación a las carreras de ingeniería y ciencias físicas en general.

## Referencias

- [1] K. Ogata, Ingeniería de control moderna, Quinta ed., Pearson Educación, 2010.
- [2] B. Kuo, Sistemas de control automático, Séptima ed., México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.
- [3] M. V. López-Gamboa, C. Córdoda y J. Soto, «Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI,» *Latin American Journal of Science Education*, vol. 7, n° 1, pp. 1-16, 2020.
- [4] R. Jimenez Leon, D. E. Magaña Medina y S. P. Aquino Zúñiga, «Gestión de tendencias STEM en educación superior y su impacto en la industria 4.0,» *Journal of the Academy*, n° 5, pp. 99-121, 2021.
- [5] L. M. Buitrago, G. M. Laverde, L. Y. Amaya y S. I. Hernández, «Pensamiento computacional y educación STEM: reflexiones para una educación inclusiva desde las prácticas pedagógicas,» *Panorama*, vol. 16, n° 30, 2022.
- [6] J. M. Denazis, «La naturaleza de la tecnología y su enseñanza como objeto

- del mundo del profesor de la Facultad de Ingeniería (Tesis de maestría),» Facultad de Filosofía y Letras, UBA, CABA, 2003.
- [7] D. Baird, Experimentación: Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos, México: Prentice Hall, 1991.
- [8] P. Schaspchuk, C. Mansilla, B. Heffner, M. Lause, G. Sandoval, C. Borghese, A. Stanley Silvester y G. Peralta, «Uso de métodos tradicionales y disruptivos para la enseñanza de cinemática en la carrera de ingeniería agronómica: AR Real Driving y Tracker 6.1.3,» de *TEyET*, Morón, 2024.
- [9] C. Lion, Repensar la educación híbrida después de la pandemia, CABA: UNESCO, 2023.
- [10] G. F. Caporaletti, «Repositorio de trabajos de laboratorio de Sistemas de Control Automático,» 2024. [En línea]. Available: <https://github.com/sca-undav/Trabajos-de-Laboratorio>.
- [11] J. I. Pozo, Teorías cognitivas del aprendizaje, Quinta ed., Morata, 1997.
- [12] A. P. de Quiroga, Matrices de aprendizaje, Buenos Aires: Ediciones Cinco, 1994.

# **Encuesta sobre el estado de situación de las empresas nacionales y su relación ante los siguientes temas: tecnología, capacitación del personal, contexto socioeconómico, y estrategias internacionales**

*Vicuña Javier<sup>1</sup>*

## **Resumen**

Los Licenciados en Gerencia de Empresas deben desempeñarse en organizaciones que conviven con un contexto político económico inestable e incierto que la mayoría de la bibliografía no aborda, ya que el estado de situación de la Argentina suele ser de excepción a nivel mundial. Esto lleva al desafío de poder averiguar la realidad de la problemática que están enfrentando.

El primer objetivo es entonces acercarse al empresario, a partir de encuestas digitales y se eligieron ocho sectores vitales de la nación para abordar en relación a cuatro temas de gestión. El segundo objetivo es involucrar a los alumnos que trabajaron en equipos, en la implementación de la investigación con el propósito de brindarles una experiencia de pesquisa que trasciende al momento áulico.

La metodología se desarrolló en la materia Administración Estratégica FCE-UNLZ que se ubica en el sexto cuatrimestre de la carrera, tiene dos comisiones y cuyos alumnos colaboraron de manera simultánea. Se organizaron cuatro equipos en cada una de ellas. Esto posibilitó que se trabajara de manera autónoma, pero todos con la misma encuesta. Se realizaron 16 preguntas agrupadas en 4 temas utilizando Google Forms, de manera tal que las personas que respondían insumieran poco tiempo y de la forma menos invasiva posible. Al exponerse en clase lo investigado por todos los alumnos, hubo acceso no solo a información generada, sino a las problemáticas que desde las empresas manifestaron gracias a las entrevistas que los directivos se avinieron a realizar.

Los resultados fueron bastante homogéneos en los distintos sectores en cuanto a las problemáticas político económicas que deben enfrentar, si hay diversas variantes en la manera de afrontar las temáticas

---

1. Mail: [jvicuna@undav.edu.ar](mailto:jvicuna@undav.edu.ar) (UNDAV).

encuestadas. En cuanto a las repercusiones sobre los alumnos fueron especialmente alentadoras, ya que han manifestado haber experimentado una actividad directa de aprendizaje donde ellos fueron agentes activos de la misma.

**Palabras clave:** Diagnóstico, estrategia, decisión, aprendizaje, conocimiento.

## Introducción

Hitt Michael, Black Stewart y Porter; en su libro “Administración”, definen el concepto como “el proceso de estructurar y utilizar conjuntos de recursos orientados hacia el logro de metas, para llevar a cabo las tareas en un entorno organizacional”.

Al hablar de comportamiento, recursos que generalmente son escasos, cambios continuos y dentro de un entorno, estamos considerando variables controlables y no controlables. A su vez ese entorno tiene tres niveles: el del sector donde se desempeña la empresa, el nacional y el internacional.

Hay una profusa bibliografía, trabajos de investigación y divulgación científica sobre estos temas provenientes de países centrales especialmente de Europa y EE.UU. Este cúmulo de información forma parte de los distintos currículos tanto de cursos, carreras de grado y posgrado. Pero claro está, esta producción académica se plantea en un determinado tiempo y espacio que reflejan su realidad como se ha dicho más arriba de puertas adentro y puertas afuera.

La problemática a la que se enfrentan nuestras empresas es de un tenor especialmente dificultoso. Según datos del Indec del primer semestre de 2023, la pobreza creció hasta el 38,7%, lo que representa 4,5 puntos más que hace un año, aunque repuntó el empleo. Y la pobreza infantil ya llega al 54,7%. Para el segundo semestre se espera otra suba por la mayor inflación.

El FMI en la actualización de sus Perspectivas de la Economía Mundial prevén un 3% del crecimiento mundial para 2023. También la economía de América Latina y el Caribe registrará un aumento de 1,9%. La Argentina tendrá una caída de -2,5%. En cuanto a la inflación el FMI prevé que la inflación mundial baje de 8,7% en 2022 a 6,8% en 2023 y 5,2% en 2024. Se estima que nuestro país será el cuarto con mayor inflación a nivel mundial. Más adelante abordaremos con mayor profundidad el tema contexto. Nuestra realidad es muy particular.

Esta realidad nos indica que se necesita conocer qué sucede dentro de nuestras empresas, qué piensan, cómo proceden en las distintas áreas de gestión, qué expectativas tienen en el futuro mediano. Se requiere entonces tener una producción académica propia que ayude a generar la mejor información posible para la correcta toma de decisiones en las organizaciones.

## **Antecedentes y marco teórico**

El Anuario de Competitividad Mundial (WCY) del IMD, publicado por primera vez en 1989, es un informe anual completo y un punto de referencia mundial sobre la competitividad de los países. Proporciona análisis comparativos y tendencias, así como estadísticas y datos de encuestas basados en una extensa investigación. Analiza y clasifica a los países según cómo gestionan sus competencias para lograr la creación de valor a largo plazo.

El Ranking de Competitividad Mundial de IMD enfatiza una tendencia a largo plazo. El Anuario brinda una amplia cobertura de 64 economías, elegidas en función de la disponibilidad de estadísticas internacionales comparables. El trabajo se basa en 336 criterios de competitividad seleccionados como resultado de una investigación que utiliza literatura económica, fuentes internacionales, nacionales y regionales, y comentarios de la comunidad empresarial, agencias gubernamentales y académicos. Los criterios se revisan y actualizan periódicamente a medida que se dispone de nuevas teorías, investigaciones y datos, y a medida que evoluciona la economía global.

El ranking de 2023 fue publicado el 20 de junio, el dato relevante es que de 64 países evaluados Argentina quedó en el puesto 63.

Ranking mundial de talentos analiza cómo los países atraen y retienen talento, el IMD World Talent Ranking (WTR) de 2022 es quien realiza este análisis. El atractivo de una economía para la mano de obra calificada se midió en 2022 a través de factores que incluyen, entre otros, la remuneración, los impuestos, el costo de vida y el sistema educativo, así como la posición de la economía en cuestiones ambientales y un sistema judicial justo.

El WTR de 2022 estudió 63 economías mediante la cuantificación de 31 criterios (una combinación de datos duros y respuestas de encuestas de ejecutivos) para evaluar la madurez de estos países para fomentar la creación de valor a largo plazo para sus empresas y la economía en general, a través de su fuerza laboral. Luego, cada cri-



terio se organizó en uno de los tres factores anteriores. La Argentina quedó en el puesto 56 sobre 63.

## **Objetivos**

- Generar información sobre el estado de situación de las empresas a partir de una encuesta online dividida en temas de gestión, que permitirá minimizar la incertidumbre al momento del proceso decisorio. La encuesta se dirige a ocho distintos sectores de producción de bienes y servicios de la economía y conocer así si hay variantes entre los mismos en relación a los temas abordados.
- Generar una experiencia pedagógica donde se vinculen la investigación de manera activa por parte de los alumnos durante su cursada, la extensión, ya que se estará trabajando con empresas especialmente del AMBA, y la transferencia tecnológica ya que se brindarán las conclusiones pertinentes a las organizaciones que hayan colaborado.
- Aprender haciendo.

## **Acciones de enseñanza. Metodología**

Como se ha dicho más arriba, el objeto de estudio de la administración son las organizaciones, y para poder conocer su situación a fin de elaborar un diagnóstico que conlleve a una hipótesis de trabajo, es necesario poder tener la opinión de sus respectivos directivos. Esta es una tarea especialmente dificultosa, por tal motivo se ha elegido apoyarse en la tecnología y realizar una encuesta online con alternativas de respuesta que resulte en una economía de esfuerzo a quien responda y generar así la menor sensación invasiva a la vida interna de la empresa.

Por experiencias de trabajos investigativos anteriores de la cátedra, el porcentaje de respuestas de las encuestas que se envían a las organizaciones es extremadamente bajo. Está claro que, cuanto más importante es el número de la muestra, más representativos serán los resultados obtenidos y este es uno de los grandes desafíos que tenemos al momento de investigar en esta área del conocimiento.

Los temas de gestión a abordar en esta pesquisa fueron: la tecnología, la capacitación del personal, la percepción del impacto de la economía nacional en las organizaciones, la relación de las cámaras empresarias con la dirigencia nacional y las estrategias internacionales. Para tal fin, se proponen 16 preguntas que agrupan estos temas.

Se decidió analizar ocho sectores de la economía y se obtuvieron 189 respuestas en total. A continuación, se exponen los sectores y sus respectivas respuestas: Comercio 20; Transporte, almacenamiento, y servicio postal 19; Maquinarias, vehículos y equipos 35;

Textil y cueros 40; Construcción 19; Combustible, químicos y plásticos 15; Servicios de información y comunicación 18; Alimentos, bebida y tabaco 20.

Paralelamente se decidió relacionar esta instancia investigativa con la función docente. Se relacionó la tarea habitual de investigación que realiza la cátedra con esta actividad para hacer un trabajo conjunto.

Dicha materia trabaja con dos comisiones y se formaron cuatro equipos en cada una para cubrir los ocho sectores seleccionados. Se les brinda a los alumnos un instructivo de la tarea a realizar cuyos puntos más relevantes fueron: que analicen el estado de situación del sector, buscar el mayor número de contactos, enviar la encuesta que es la misma para todos y en lo posible, establecer diálogos con los directivos que permitan generar mayor información.

Desde la coordinación de la cátedra, quien fue quien mantuvo la concentración de la información, se les envió el resultante de las respuestas para que pudieran realizar el análisis de las mismas relacionándolas con los temas de la materia.

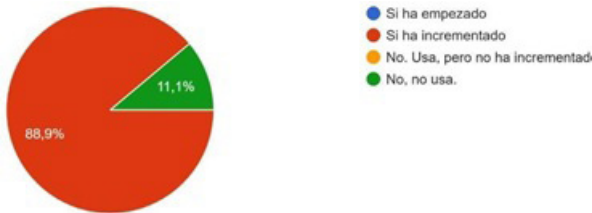
Los resultados a los que llegaron los ocho equipos fueron expuestos en las aulas respectivas e intervinieron en esta tarea 53 alumnos. Parte del objetivo pedagógico fue que los alumnos fueran parte activa de un trabajo de investigación que dio inicio en febrero en el momento del diseño y que se extendió hasta el mes de agosto, un mes después finalizadas las clases del primer cuatrimestre.

## **Resultados obtenidos**

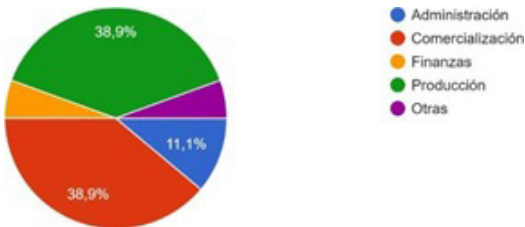
Dado la dimensión de la investigación se presentan aquí los resultados de dos de los sectores abordados: Maquinaria equipos y vehículos, y Servicios de información y comunicaciones. Las consultas seleccionadas se centraron en los siguientes temas de gestión: el uso de internet, plataformas digitales, apps, áreas donde actualizar tecnología, si las empresas han invertido en nuevos equipos, software y soluciones digitales.

Sector: Servicios de información y comunicaciones

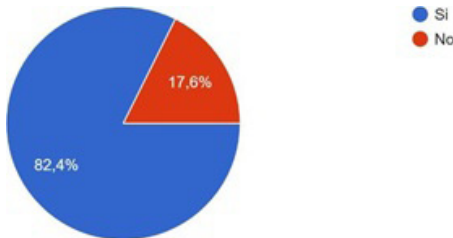
En los últimos 12 meses, ¿La empresa ha incrementado o iniciado el uso de internet, plataformas sociales, apps especializadas o plataformas digitales?



De cara a los próximos 12 meses, ¿En cuál de las siguientes áreas de la empresa sería más útil implementar o actualizar la tecnología utilizada?



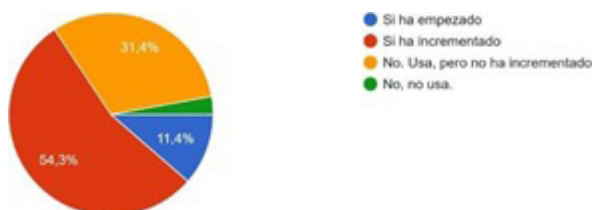
En los últimos 12 meses, ¿La empresa ha invertido en un nuevo equipo, software o solución digital?



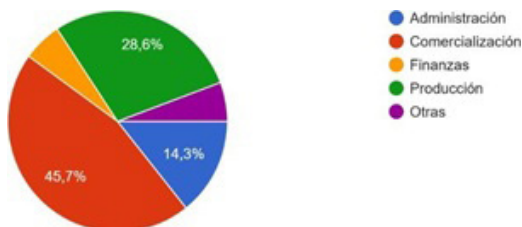
Sector: Maquinarias, equipos y vehículos

En los últimos 12 meses, ¿La empresa ha incrementado o iniciado

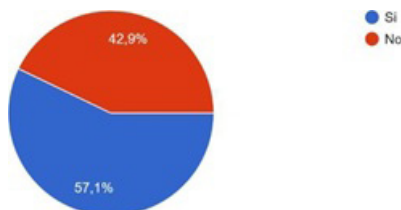
el uso de internet, plataformas sociales, apps especializadas o plataformas digitales?



De cara a los próximos 12 meses, ¿En cuál de las siguientes áreas de la empresa sería más útil implementar o actualizar la tecnología utilizada?



En los últimos 12 meses, ¿La empresa ha invertido en un nuevo equipo, software o solución digital?



## Implicaciones

En cuanto a las repercusiones sobre los alumnos fueron especialmente alentadoras, ya que han manifestado haber experimentado una actividad directa de aprendizaje donde ellos fueron agentes activos de la misma. En la cátedra se plantea como propuesta pedagógica “aprender haciendo”, es por esta razón que desde el primer día de cursada los alumnos se dividen en grupos y se les asigna una empre-

sa que labora en el país para ser analizada, haciendo los grupos las veces de consultora. Se les planteó dentro del tópico investigación, hacer una encuesta a un sector económico, y que serán parte de un gran equipo de alrededor de 60 alumnos.

La primera etapa consistió en presentar las etapas de la actividad, tras una breve descripción del proceso de investigación se les proveyó de una nota digital de presentación del titular de la cátedra, para facilitar el contacto con los empresarios. El monitoreo y las tutorías constantes del plantel docente fueron importantes no solo en el seguimiento sino en el momento en que los alumnos presentaron por escrito y en PowerPoint los resultados, no solo de las respuestas y sino del análisis del estado de situación del sector respectivo.

Este abordaje activo de los alumnos sobre la tarea investigativa se vio reflejada al momento de las exposiciones orales, al responder preguntas tanto de los docentes como de sus compañeros de cursada. En el último día del cuatrimestre donde se evalúa lo realizado en el mismo, se rescata el poder haber profundizado el conocimiento en el sector correspondiente, como así también la muy baja aceptación de los empresarios a responder y percibir las grandes complicaciones del quehacer empresarial nacional.

En el futuro esta experiencia puede replicarse adaptándose a la educación a distancia en la carrera Gerencia de Empresas siendo la materia Planeamiento Estratégico potable para aplicar este procedimiento, y trabajando desde el primer momento como un seminario donde los alumnos tendrán que analizar, divididos en grupos, una empresa designada a tal efecto. Las mismas se seleccionarán a partir de la información que disponen las en internet y desde luego de la masa crítica que detentan.

En la medida que se avance en el desarrollo de la temática de la materia los grupos tendrán que presentar informes parciales, todo previamente estipulado, y los mismos serán los respectivos TPO para aprobar la cursada. El examen final será en grupo los cuales se presentarán cumpliendo el rol de consultores, quienes tendrán un tiempo límite y la obligación de hacerlo con medios audiovisuales, recomendando cual es la estrategia que la empresa analizada debería seguir, brindando un sólido fundamento teórico sustentado en la bibliografía y acorde al caso investigado.

## Bibliografía

### *Sector: Servicios de información y comunicaciones*

- <https://www.adlatina.com/articulo.php?slug=/publicidad/el-mercado-de-las-telecomunicaciones-en-la-argentina>
- [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1.\\_las\\_tics\\_y\\_telecomunicaciones\\_como\\_servicio\\_publico\\_esencial.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/1._las_tics_y_telecomunicaciones_como_servicio_publico_esencial.pdf)
- <https://www.inet.edu.ar/>
- <https://www.enacom.gob.ar/>
- <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-es-el-pais-que-mas-invierte-en-tecnologia-de-la-informacion-en-la-region>
- <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-9-47>
- [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sintesis\\_2020-2021\\_sistema\\_universitario\\_argentino.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sintesis_2020-2021_sistema_universitario_argentino.pdf)
- <https://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2021/11/Educacion-Tecnico-Profesional-de-Nivel-Secundario-en-Argentina.pdf>

### *Sector: Maquinarias, equipos y vehículos*

- Autos argentinos donde producen donde exportan. (n.d.). Mercado Libre. Retrieved July 1, 2023, from <https://www.mercadolibre.com.ar/vehiculos/blog/autos-argentinos-donde-producen-donde-exportan/>
- Con una inversión internacional, Argentina liderará la producción de autos eléctricos en la región. (2023, February 16). Argentina.gob.ar.
- Retrieved July 1, 2023, from <https://www.argentina.gob.ar/noticias/con-una-inversion-internacional-argentina-liderara-la-produccion-de-autos-electricos-en-la>
- Electrónica y equipos y aparatos eléctricos - 2022 - WEB.pptx. (n.d.). Argentina.gob.ar. Retrieved July 1, 2023, from [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ficha\\_electronica\\_y\\_equipos\\_y\\_aparatos\\_electricos\\_-\\_2022\\_-\\_web.pptx.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ficha_electronica_y_equipos_y_aparatos_electricos_-_2022_-_web.pptx.pdf)
- INDUSTRIA ELECTRÓNICA - Avellaneda. (n.d.). Undav. Retrieved July 1, 2023, from <https://www.undav.edu.ar/general/recursos/adjuntos/20454.pdf>
- Por primera vez en 23 años, Toyota Argentina produce un nuevo vehículo en el país. (2023, June 13). iProfesional. Retrieved July 1, 2023, from <https://www.iprofesional.com/autos/383346-toyota-argentina-produce-un-nuevo-vehiculo-en-el-pais>

- Presentación de PowerPoint. (2021, July 20). Argentina.gob.ar. Retrieved July 1, 2023, from [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fichas-sectoriales\\_automotriz-y-autopartes\\_julio\\_2021.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/fichas-sectoriales_automotriz-y-autopartes_julio_2021.pdf)
- Relevamiento estructural del sector de fabricantes de maquinaria agrícola y agropartes en Argentina. (2021, February 9). Fundación Mediterránea. Retrieved July 1, 2023, from <https://www.ieral.org/noticias/relevamiento-estructural-sector-fabricantes-maquinaria-agricola-agropartes-argentina-4274.html>
- Vinuesa, R. (2020, July 21). Cuántas empresas de maquinarias agrícolas hay en el país. El Semiárido. Retrieved July 1, 2023, from <http://www.elsemiarido.com/cuantas-empresas-de-maquinarias-agricolas-hay-en-el-pais/>

# Uso de la Inteligencia Artificial para la enseñanza en protección radiológica

*Norma Adriana Chautemps,<sup>1</sup> Walter Keil,<sup>2</sup> Carlos Murúa<sup>3</sup>*

## Resumen

En este trabajo se presenta un relato de experiencia en la enseñanza de la Protección Radiológica (PR), utilizando algunas herramientas de la Inteligencia Artificial (IA), como complemento de las TICs. Se aprovechó la IA para personalizar el aprendizaje, ajustando el proceso educativo a las características del estudiante, y facilitando al docente el acceso a información seleccionada. También para contribuir a la planificación e implementación de la materia, y a la evaluación de conocimientos adquiridos. El ahorro de tiempo ha sido significativo, y se describe en el trabajo, al igual que la gamificación en el aula. Esta última, técnica de aprendizaje basada en el juego, ha conseguido mejores resultados a través de dinámicas que motivaron a progresar, de manera personalizada, siendo protagonistas, como estudiantes, de su propia evolución académica.

**Palabras claves:** Inteligencia Artificial, herramientas educativas, protección radiológica, juegos.

## Introducción

Protección Radiológica es una materia que presenta sus desafíos a la hora de exponerla en el aula. Uno de ellos tiene que ver con el conocimiento de matemática y física que se requiere, para realizar cálculos. El otro es aplicar los conocimientos teórico-prácticos en la resolución de una situación real, ya sea en condiciones normales de trabajo, como así también en caso de un incidente o emergencia radiológica. Recurrir a la IA generativa (García- Peñalvo y Vázquez-Ingelmo, 2023) como herramienta capaz de generar contenido

---

1. Comisión Nacional de Energía Atómica. Mail: achautemps@gmail.com

2. Centro Universitario de Tecnología Nuclear (CUTeN), Universidad Nacional de Córdoba. Mail: walter.keil@unc.edu.ar

3. Centro Universitario de Tecnología Nuclear (CUTeN), Universidad Nacional de Córdoba. Mail: carlos.murua@unc.edu.ar



a partir de una petición, fue una manera de abordar la materia con otros recursos, para darle dinamismo y facilitar la comprensión de los fenómenos físicos involucrados. Construir vínculos de confianza en el aula, centrando al estudiante como diseño pedagógico, y en el que la evaluación sea parte del proceso de aprendizaje (Rudolph et al, 2023).

Integrar la IA en educación, no solo tiene como beneficio la docencia transformadora, creando una materia personalizada a sus necesidades, sino que proporciona una retroalimentación beneficiando al curso en su conjunto (Verma, 2018). Combinada con el uso de plataformas educativas que ofrecen la corrección automática de evaluaciones, se acelera el proceso de retroalimentación. Esto permite detectar a estudiantes con desempeño académico insuficiente, y ofrecer intervenciones personalizadas, para alcanzar las metas propuestas. De esta manera se logra un aprendizaje activo, en el que el estudiante participa en la construcción de su conocimiento (Bermúdez, 2022).

En cuanto a la gamificación, entendida como la experiencia del juego en los procesos de aprendizaje (Moran- Barrios et al, 2020), se utilizó con la finalidad de reforzar el método docente generando un entorno divertido y estimulante para retener los conocimientos (Kauil et al, 2021). Este recurso representó una oportunidad ante el posible agobio del estudiante causado por la cantidad de contenidos teóricos y la necesidad de resolver cálculos matemáticos.

El propósito del trabajo es presentar la experiencia en aula, durante el dictado de la materia PR, en carreras de grado, utilizando diferentes recursos tecnológicos, y principalmente la IA.

## **Metodología**

A continuación, se describe la experiencia de utilizar herramientas de IA para el dictado de la materia Protección Radiológica en carreras universitarias.

- Chat GPT y Profesor Blas

Para la elaboración de autoevaluaciones de múltiples opciones, asociadas a un código QR, con las que se trabajó en aula de manera lúdica, compitiendo entre diferentes grupos. El grupo ganador correspondía al que respondiera mayor número de preguntas en forma correcta, y en el menor tiempo posible. Las preguntas eran teóricas y de resolución de ejercicios.

- Krea

Para generar imágenes, que mostré en el aula, a modo de descubrir los errores en cada una. Esos errores se relacionaban con las medidas de PR explicadas en clase.

- Lumen 5

Con el que armé un video con algunas medidas prácticas sobre PR.

Los procesos cognitivos utilizado fueron:

- Aplicación

Aquí el conocimiento se puso en práctica para resolver problemas, crear soluciones o realizar tareas concretas, demostrando que se ha internalizado lo aprendido.

A partir de un cuestionario de opciones múltiples que entrega un puntaje al finalizarlo. Se accedía desde el código



Figura 1: código QR para acceder a uno de los cuestionarios.

- Análisis

Este proceso cognitivo consiste en un trabajo de conceptualización y desglose de categorías, interpretación y construcción de conocimiento. A partir de imágenes se propuso analizar las diferencias, la completitud de cada una, los errores, y las consecuencias que estos últimos pueden generar. El análisis se hizo a partir de los conocimientos adquiridos hasta el momento, como forma de poner en práctica, y visualizar situaciones de la vida real laboral.

A continuación, las imágenes que debían analizar. A modo explicativo, uno de los errores era la falta de la etiqueta con los datos, y la mala información en el otro caso, además de estar el frasco abierto.



Figura 2: imágenes con errores

- **Metacognición**

Este proceso cognitivo posibilita al estudiante reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, evaluando qué ha aprendido, cómo lo ha hecho y cómo puede mejorar sus estrategias cognitivas para el futuro.

A partir de un video que utilicé para recordar las medidas prácticas de la radioprotección, como el que se muestra a continuación:

<https://lumen5.com/v/1fe36/>

Y de un simulacro que armé con ayuda de la IA, a modo de integrar conocimientos en una práctica aplicada, que involucraba la mayoría de los temas trabajados en clase.

El simulacro consistió en presentar una situación de emergencia radiológica. A partir de allí, los estudiantes debían organizarse para hacer frente a la situación, teniendo en cuenta las indicaciones de coordinación, asignación de roles, equipo e instrumentos disponibles, comunicaciones.

La realización de esta actividad permitió evaluar la capacidad de respuesta ante un incidente radiológico, asegurando que todos los involucrados conozcan sus roles y responsabilidades, y estén preparados para actuar de manera efectiva en situaciones de emergencia.

## **Resultados**

Aplicué diferentes herramientas para profundizar el conocimiento, detectar errores, indagar sobre el razonamiento de las personas ante determinados planteos, como sería el caso de riesgos personales o ambientales.

Los ejercicios de competencia, con cuestionario de múltiples opciones, les permitió reflexionar sobre sus procesos de aprendizaje,

En la aplicación de un simulacro, se pretendió conocer sus destrezas o limitaciones para hacer frente a una situación. La idea fue realizar un proceso de metacognición en el cual se integraron todos los conocimientos, volcados a la práctica.

El uso de herramientas de IA me permitió ofrecer otras opciones de trabajo en el aula, las cuales generaron expectativas, visualización del nivel de conocimientos, comprensión de temas. Por otra parte, al abordar la temática con diferentes lenguajes: visuales, auditivos; y con distintas estrategias didácticas como prácticas de laboratorio usando simuladores, resolución de ejercicios trabajando en grupo, responder múltiples opciones; se logró mantener la atención durante el tiempo de trabajo en el aula, despertar entusiasmo para resolver situaciones, el deseo de aprender, y realizar prácticas profesionales como forma de visualizar su trabajo futuro en radioprotección.

En cuanto al mejoramiento en el proceso de aprendizaje, toda nueva herramienta, nuevas didácticas, metodologías, generan impacto en los estudiantes, y en este caso muy positivos dado que la IA está al alcance de la mayoría, es de fácil utilización, y dado lo novedoso de las herramientas, genera interés. Lo que se percibió en primer momento, fue el impacto en el aprendizaje, la comprensión de los fenómenos físicos involucrados, y eso se debió a la metacognición. Me permitió identificar fortalezas, limitaciones, incluso preferencias cognitivas dado que tuvieron varias alternativas de abordaje de contenidos. Pudieron ajustar sus propias estrategias de aprendizajes, según fueron comentando en las instancias evaluativas.

En cuanto a mi tarea docente, se vieron facilitados los procesos evaluativos, en función de los resultados que iba obteniendo en las actividades grupales. Pude armar múltiples opciones, videos, imágenes, y diversas actividades.

Las dificultades para sortear en el uso de la IA, es que las herramientas gratuitas tienen un alcance limitado, a partir del cual, y para escalar en usos y aplicaciones, se debe abonar para cada plataforma.

## **Conclusiones**

El uso de la IA significó entrar en un mundo que desconocía en cuanto a su potencialidad y rapidez. La aplicación de esa poderosa herramienta en la materia significó ahorrar tiempo para elaborar material de estudio, evaluaciones, correcciones. Por otra parte, modificó el dinamismo de la clase, dado que reemplacé parte de la exposición magistral, con videos elaborados con la IA, con el lenguaje propio de

la asignatura y focalizado en los conceptos de interés, también con audios que me permitieron cambiar el locutor y con ello despertar la atención, y juegos grupales referidos a la temática del día. El movilizarse en el aula, activó nuevamente el interés y generó expectativa.

Las ventajas de la IA es que me permitió adaptar el contenido según el nivel de conocimiento del estudiante, ofrecer explicaciones más detalladas o simplificadas según el progreso del estudiante. Pude integrar en tiempo real las últimas normativas y avances en PR, incluyendo datos de organismos nacionales e internacionales en cuanto a PR.

La simulación sumada a la gamificación en el aula generó interacción e intercambio de conocimiento entre los estudiantes, y les ayudó a visualizar escenarios de exposición a las radiaciones ionizantes, y mitigación de riesgo.

La IA me permitió identificar patrones de aprendizaje y sugerir estrategias para mejorar el rendimiento académico, como así también, detectar estudiantes que necesitan ayuda antes de que tengan dificultades graves.

En resumen, la IA permite mejorar la enseñanza, hace el aprendizaje más interactivo y optimiza la comprensión de temas complejos en PR.

Como trabajo a futuro, la idea es usar la IA para incursionar en la realización de modelos 3D sobre escenarios donde se aplique la PR, con la finalidad de adquirir práctica en el manejo de dosis de radiación y su minimización. Desarrollar un asistente virtual (ya he comenzado a trabajar en un chatbots) que responda preguntas sobre normativas vigentes, límites de dosis y medidas de seguridad. También para hacer preguntas y ajustar el nivel de dificultad en base al progreso del estudiante. Utilizar la IA como herramienta para calcular y predecir la dosis de radiación recibida, según el tiempo de exposición, distancia y blindaje. Analizar patrones y reducir las exposiciones innecesarias en los ambientes laborales que utilicen radiaciones ionizantes.

Crear contenido audiovisual, a partir de la experiencia adquirida, basado en preguntas frecuentes.

Utilizar la IA para la corrección automática de exámenes, aprovechando sistemas que revisan evaluaciones sobre PR y dan retroalimentación inmediata. Y ampliar la gamificación, a través de juegos educativos donde los estudiantes deban aplicar los principios de la PR en diferentes escenarios.

## Referencias

- Bermúdez, H.M. (2022). El uso de metodologías de aprendizaje activo para fomentar el desarrollo del pensamiento visible en los estudiantes de bachillerato de U.E.F. Víctor Naranjo Fiallo. Digital Publisher, 7(1), 43-57. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8292489.pdf> (Consultado en febrero 2025).
- García-Peñalvo, F. J. y Vázquez- Ingelmo, A. (2023). What do we mean by GenAI? A systematic mapping of the evolution, trends, and techniques involved in Generative AI. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, In Press.
- Kaul, V., Morris, A., Chae, J. M., Town, J. A., y Kelly, W. F. (2021). Delivering a Novel Medical Education “Escape Room” at a National Scientific Conference: First Live, Then Pivoting to Remote Learning Because of COVID-19. *Chest*, 160(4), 1424-1432. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.04.069>
- Morán-Barrios, J., Ruiz de Gauna, P., Ruiz-Lázaro, P. M., y Calvo, R. (2020). Metodologías complementarias de aprendizaje para la adquisición de competencias en la formación de especialistas y actividades profesionales confiables. *Educación Médica*, 21(5), 328- 337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.02.001>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 1-22. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9> (Consultado en marzo 2025).
- Verma, M. (2018). Artificial intelligence and its scope in different areas with special reference to the field of education. *International Journal of Advanced Educational Research*, 3(1), 5-10. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED604401.pdf> (Consultado en febrero 2025).

# **Estrategia de micro aprendizaje basada en un ChatBot con Inteligencia Artificial en un curso de Álgebra Lineal de Ingeniería**

*Julieta Matteucci,<sup>1</sup> Gabriela Ocampo<sup>2</sup>*

## **Resumen**

En este artículo se describe una experiencia educativa que utiliza estrategias de Microlearning centradas en el tema “Cadenas de Markov”, correspondiente a la unidad “Aplicaciones” de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica 1. Esta materia forma parte del plan de estudios del primer año de Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de La Matanza.

En el artículo se muestran el diseño y desarrollo de un ChatBot basado en Inteligencia Artificial Generativa, creado específicamente para apoyar esta experiencia. Se detallan tanto las herramientas tecnológicas utilizadas en la creación y ajustes del ChatBot como las actividades implementadas para evaluar el aprendizaje autónomo de los estudiantes en este pequeño bloque de conocimiento, destacando cómo el diseño de las cápsulas de contenido beneficia el acceso a temas complejos.

Además, se analiza el impacto que esta experiencia podría tener en la adquisición de conocimientos aplicados a carreras tecnológicas, así como la posibilidad de replicar este enfoque en otros cursos y otros temas de la materia. El trabajo busca aportar perspectivas relevantes sobre la integración de la inteligencia artificial en metodologías educativas contemporáneas en pequeños bloques de contenido.

**Palabras Clave:** IAGen – Microlearning – Markov – ChatBot – Álgebra

---

1. Universidad Nacional de La Matanza Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Mail: [jmatteucci@unlam.edu.ar](mailto:jmatteucci@unlam.edu.ar)

2. Universidad Nacional de La Matanza Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Mail: [gocampo@unlam.edu.ar](mailto:gocampo@unlam.edu.ar)

## Introducción

El marcado crecimiento que han tenido las nuevas tecnologías en los últimos años ha invadido y revolucionado todos los aspectos de la vida humana. En este contexto, la gran cantidad de estímulos con los que nos vemos bombardeados diariamente nos obliga a adaptarnos a estos cambios. El ámbito educativo no es la excepción. En este contexto, el Microlearning surge como una estrategia innovadora para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este enfoque, caracterizado por dividir los contenidos en unidades pequeñas y manejables, se adapta perfectamente a las dinámicas de aprendizaje de los estudiantes de primer año en carreras de ingeniería, quienes enfrentan retos significativos al inicio de su formación académica.

Entre las herramientas tecnológicas que nos rodean, desde hace unos pocos años, la inteligencia artificial (IA) y sus usos nos han abierto las puertas a un nuevo mundo de posibilidades para acceder a contenidos y recibir asistencia en numerosas áreas. Uno de sus usos más comunes es el de los ChatBots, que han permeado casi todas las actividades relacionadas con la asistencia y el apoyo al usuario. El gran crecimiento que su uso ha tenido últimamente, refleja esto. Una tendencia que, en gran medida, se debe a que esta tecnología permite, no solo la automatización de tareas repetitivas, sino también la creación de entornos interactivos y adaptativos que responden a las necesidades individuales.

Juntando ambos enfoques, la integración de la inteligencia artificial (IA) y los ChatBots en el diseño y aplicación de estrategias de Microlearning representa una oportunidad única para personalizar y dinamizar la experiencia educativa. En el caso de Argentina, donde las carreras de ingeniería desempeñan un papel crucial en el desarrollo económico y tecnológico del país, la implementación de estas herramientas puede contribuir significativamente a mejorar las estrategias pedagógicas y didácticas con las que se abordan las materias en esos primeros años de formación universitaria.

Este trabajo explora cómo las estrategias de Microlearning, basadas en la inteligencia artificial y ChatBots, pueden transformar el dictado de una materia del primer año de las carreras de ingeniería en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), en el conurbano bonaerense. Se enmarca dentro del proyecto de investigación “Incidencias de estrategias de Microlearning en el autoaprendizaje de Matemática en carreras de Ingeniería”, que articula el curso de ingreso con las materias de Matemática de primer año de las carreras.



En este artículo, entonces, se describirá una experiencia en un aula de álgebra lineal, analizando los beneficios, desafíos y perspectivas futuras de estas estrategias. De esta forma, la experiencia que aquí se describe, surge como una continuación del trabajo iniciado en el curso de ingreso.

## **Marco Conceptual y Contextual**

Para poder encarar la descripción y desarrollo de la experiencia, es necesario que, antes que nada, pongamos en claro cuáles son las definiciones e ideas que le dan un marco teórico a nuestro trabajo. Nos vamos a centrar en los dos conceptos que resultan troncales para esta experiencia, estos son: el uso de las IA desde los ChatBots (GPT) y las estrategias de Microlearning.

## **IA Generativa, GPTs y Educación.**

En el mes de noviembre del año 2022, un laboratorio que estudia la inteligencia artificial, OpenAI, lanzó un ChatBot llamado ChatGPT revolucionando el mundo en general y, el educativo en particular. La tecnología GPT, Generative Pre-trained Transformer por sus siglas en inglés, tiene la capacidad de generar texto similar al de las personas. Esto ocurre porque tiene un procesamiento del lenguaje natural al que se lo “entrena” con material variado para que, así, pueda reconocer patrones lingüísticos y, a diferencia de los tipos de bots que se venían usando, no tenga respuestas pre establecidas, sino que pueda producir respuestas completas y nuevas a partir de las entradas que recibe [1], [2], [3] y [4]

A partir de ese momento, gran cantidad de la literatura especializada en educación se ha volcado al trabajo con herramientas basadas en la IA generativa y en ChatBots basados en estas, dando lugar a múltiples investigaciones y propuestas del uso de GPTs en educación. Sin embargo, e independiente del uso que se le dé, algo en lo que la mayoría de la literatura especializada, como es el caso de [1], [2], [3] y [5], coincide es que el uso de las IA no debe reemplazar la interacción con el docente. Incluso las actividades autónomas deben estar reguladas por el docente.

Desde ese noviembre del 2022, también han surgido (y siguen surgiendo a diario) nuevas herramientas con tecnología GPT que permiten ser adaptadas a distintos entornos completamente personalizables. Incluso el mismo OpenAI ChatGPT tiene esa posibilidad,

pero no es el único. En los últimos meses, uno que ha estado pisando fuerte es POE, que concentra en una sola interfaz, las IA generativas más habituales y permite personalizarlo de una manera simple y accesible, lo que lo hace una muy buena alternativa para el armado de ChatBots para educación.

## Un poco de Microlearning

El mundo, en el siglo XXI, funciona de una forma muy diferente a la manera en la que lo hacía cuando muchos de nosotros nos formamos. Ya no se trata de seguir repitiendo viejas recetas que funcionaban en una sociedad industrializada. La sociedad cambió y como plantea Carlos Scolari [6], los medios cambiaron. Los medios de comunicación. Los medios en los que interactuamos, en los que conocemos gente, nos encontramos, y aprendemos. Y es ahí donde el docente del siglo XXI, el docente de la sociedad digital, con estudiantes que nos llevan la ventaja en cuanto a la fluidez con la que se mueven en este medio, debe prestar atención, ya que, como dice Silberman: *“Ahora las comunicaciones son cada vez más breves, y una cosa potencia a la otra. Ya no se habla de conversación, se dice “interacción”. Ya no hay elaboración, no hay crítica o elogio; hay “comentarios”. Ya no hay personas, hay usuarios”* [7]. Y así como las interacciones son más breves, en algunos casos, la atención de nuestros estudiantes también. Entonces, los aprendizajes se vuelven micro aprendizajes y para hacer frente a esto, como docentes, nos volcamos a otras herramientas que permiten que un estudiante las use a su ritmo y la cantidad veces que sea necesario.

La enseñanza de la Matemática en el nivel universitario representa, por sí sola, un desafío educativo, especialmente en carreras de ingeniería, donde los conceptos abstractos y la complejidad de los problemas requieren un alto nivel de comprensión y abstracción para su consecuente aplicación en el ámbito tecnológico. En este contexto, el Microlearning se posiciona como una metodología innovadora que permite abordar los retos de aprendizaje fragmentando los contenidos en unidades breves, específicas y de fácil acceso.

El Microlearning facilita un aprendizaje más dinámico y adaptable, centrado en las necesidades inmediatas de los estudiantes. En el caso de la Matemática, esta estrategia permite descomponer temas complejos, como álgebra lineal, cálculo diferencial o estadística, en pequeños bloques de conocimiento que los estudiantes pueden abordar de manera autónoma y progresiva como puede verse en diversas

experiencias realizadas por distintos autores como en [8] y [9]. Estos bloques pueden incorporar elementos interactivos, ejercicios prácticos, videos tutoriales y otro tipo de recursos y actividades que fomentan una comprensión más profunda y la retención del conocimiento.

Asimismo, el uso de Microlearning en Matemática universitaria se ve potenciado por las tecnologías actuales, como la inteligencia artificial y los ChatBots. Estas herramientas permiten personalizar la experiencia de aprendizaje permitiendo una interacción de uno a uno con el material y recibiendo retroalimentación. Así, cada estudiante podría resolver de manera ágil y rápidamente, dudas y problemas y corregir algunos errores que la IA puede identificar proporcionando una retroalimentación inmediata. En un mundo donde la inmediatez y la flexibilidad son esenciales, el Microlearning se presenta como una solución efectiva para transformar la manera en que se enseña y aprende Matemática en las universidades en donde abundan los nativos digitales [9].

## Contexto

En el año 2018, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), elaboró una propuesta de estándares para la acreditación de carreras de ingeniería. En esta propuesta se define un cambio en la formación de ingenieros, al poner el foco en el estudiante y en el proceso de enseñanza y aprendizaje, *“con la expectativa de desarrollar y fortalecer las competencias genéricas y específicas esperadas en el graduado”* [10]. Este enfoque busca una formación equilibrada entre el conocimiento académico, científico y tecnológico, con las competencias generales que debe incorporar un futuro graduado en carreras de ingeniería.

En este sentido, se busca desarrollar algunas de las competencias generales tecnológicas y sociales que se plantean, entre las que se encuentran, según [10]:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
- Aprender en forma continua y autónoma.

Dentro de las clases de álgebra, que ocurren, habitualmente, de manera presencial, se abordan parte de los temas clásicos de un curso de esta materia. Entre éstos, son ejes centrales los conceptos de

matrices y sistemas de ecuaciones lineales, siendo estos temas que empiezan a trabajar en el curso de ingreso. Cabe destacar que, dentro del marco del mismo proyecto de investigación que le da sustento a este trabajo, ya se han realizado algunas experiencias con Micro-learning, como la descrita en [8], y se busca darle continuidad en algunas materias del primer año. Sin embargo, ninguna experiencia ha utilizado, hasta el momento, herramientas de IA. Entonces, para este trabajo, se retoman esos temas y conceptos que ya habían iniciado en el curso de ingreso y se amplían en Álgebra. Para poder utilizar estas herramientas como técnicas efectivas para resolver problemas de ingeniería (como se describe en [10]), la materia cuenta, además, con una unidad específica para aplicaciones donde se vuelven a revisar los conceptos ya vistos, desde una perspectiva orientada a la resolución de problemas de ingeniería.

La experiencia, entonces, se llevó a cabo en un curso de Álgebra y Geometría Analítica 1 de la UNLaM. Sin embargo, en lugar de utilizar un curso normal, se ha optado por llevar a cabo la experiencia en un curso de verano, de modalidad virtual con clases sincrónicas a través de la plataforma MS Teams, en el cual todos los estudiantes pertenecen al primer año de la carrera de Ingeniería en Informática.

Se ha optado por realizar esta experiencia piloto en este curso por ser un curso pequeño, de unos 40 estudiantes reales (60 inscriptos), por la modalidad virtual y, principalmente porque al ser una cursada de verano en la que, diferencia de la cursada normal, los estudiantes solo están cursando esta materia, mientras que, en los cuatrimestres, es habitual que cursen 3 o más asignaturas. Así, la atención de los estudiantes estaría puesta solo en esta materia lo que nos permitía hacer la experiencia en un grupo pequeño enfocado exclusivamente a los temas trabajados. La idea principal es usar esta experiencia en este curso para analizar la posibilidad de extrapolarla a cursos más numerosos con una atención menos enfocada por parte de los estudiantes.

## **La experiencia: El material**

Considerando que los temas necesarios para la resolución de las aplicaciones ya fueron vistos a lo largo de las unidades anteriores y que las situaciones que se plantean no requieren el uso de nuevos conceptos, el trabajo con las situaciones concretas no exige de explicaciones teóricas, salvo, tal vez, de una posible presentación del problema y del contexto. Por tal motivo, es habitual que, en el

desarrollo de esta unidad, se incentive un trabajo más autónomo por parte de los estudiantes.

Para la experiencia llevada a cabo en el curso de verano, se diseñó un ChatBot utilizando POE. Se tomaron como bases para el diseño del bot, las características que se plantean en [1] que buscan que sea un GPT que se ajuste a las necesidades de cada caso y cumpla con los estándares de calidad esperados.

Para poder ayudar en el desarrollo de esta autonomía es que, hace un tiempo se habían elaborado una serie de videos cortos en donde se muestran algunas de estas aplicaciones. Estos videos, de visualización opcional, se habían pensado para que los estudiantes pueden trabajar y abordar las aplicaciones en conjunto con el material escrito subido a la plataforma con la que se trabaja en la materia.

La elección de la herramienta POE se debe a que se le puede cargar el material teórico sobre el cual se quiere que responda. Esto controla la variabilidad de respuestas, ya que se le puede indicar que solo responda en base a ese material cargado, sin buscar información en la red que pueda resultar en fuentes poco fiables.

Dentro de las opciones que se manejan en POE, se ha optado por un ChatBot del tipo de Juego de Rol, para que la interacción sea más amena, como IA generativa de base, se seleccionó Gemini 2.0 Flash, perteneciente a Google, por ser una de las que más ha crecido últimamente y que tiene una buena interacción con el usuario. La última característica que se le ha agregado es que se ha reducido a 0 la creatividad (Temperatura) del Bot para que produzca respuestas más predecibles y coherentes.

Para alimentar al bot con la información sobre la cuál debía responder, se tomó como base el material teórico en pdf con el que se contaba y, además, se hicieron transcripciones de los audios de los videos (de elaboración propia) con el uso de una IA especializada en esto (TurboScribe.ai) y se generó un nuevo material teórico/práctico en formato texto, que se cargó al Bot en POE.

Finalmente, se le dio una personalidad y características del modo de trabajo. Se le pidió que fuera amable, divertido, que hablara en lenguaje coloquial rioplatense y que tomara, alternativamente, personalidades de TV y Comic como ser personajes de la serie The Big Bang Theory o de superhéroes. Un detalle importante es que se le pidió que no diera respuestas de ejercicios de manera directa, sino que repregunte y ayude a la comprensión, y que, si después de 4 o 5 interacciones, el estudiante sigue sin resolver adecuadamente, se lo resuelva, pero solo como último recurso.

Se puede acceder al bot desde el siguiente enlace: [https://poe.com/AlgeBot\\_Lineal](https://poe.com/AlgeBot_Lineal)

## Usando y ajustando el Bot

Previo a pasarles el bot a los estudiantes, se llevaron a cabo varias simulaciones para probar distintas características y hacer algunos ajustes que fueran necesarios. Después de esta serie de ajustes se observaron cosas muy prometedoras e interesantes en el bot.

El lenguaje con el que se dirigía a los estudiantes era, divertido y agradable, y siempre incentivaba a que vean el material teórico y piensen (Fig. 1):

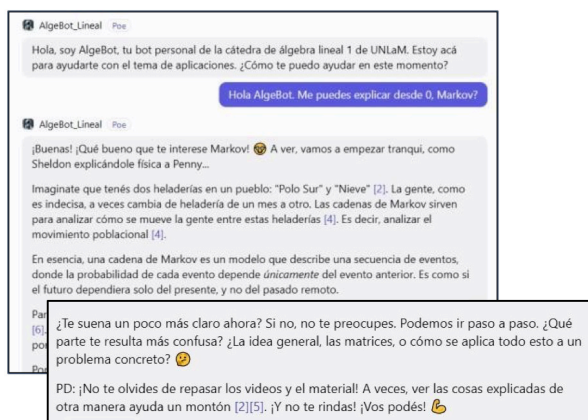


Fig. 1: Primera Interacción con el Bot

Algo que es interesante señalar es que, en la mayoría de los casos en los que se le pedía que explicara el tema, lo hacía con el mismo ejemplo de base, que correspondía a uno de los ejemplos que estaban en el texto con la desgrabación de los videos. Sin embargo, si se le pedía que cambiara de ejemplo, inventaba uno acorde a los estudiantes que, se le había dicho, le iban a consultar.

En el ejemplo que se puede ver en la Fig. 2, cuando se le pide que dé un nuevo ejemplo, el Bot, a quien en su configuración se le había indicado que sus estudiantes eran de Ingeniería en Informática, dice: *“¡Claro que sí! A ver, pensemos en algo más cercano a tu mundo de la informática. Imaginate que tenés dos sistemas operativos: “LinuxLito” y “WindowsGuido” (¡homenaje a nuestros próceres!)”*.

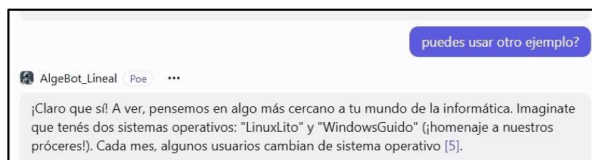


Fig. 2: Ejemplo inventado por el Bot

Otra característica que se analizó es cómo responde cuando un usuario le ingresa información equivocada. Se observó que, cuando eso ocurre, la corrige, como se puede ver en la Fig. 3

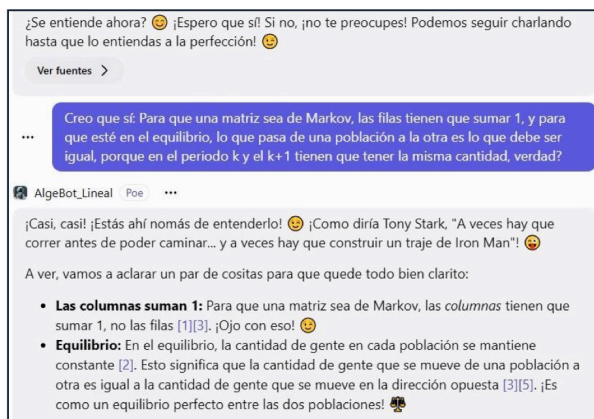


Fig. 3: Corrigiendo Errores

## Implementación y Resultados

Para la experiencia y, aprovechando que los tiempos que se manejaban en el curso de verano eran bastante acotados, no se explicaron, en las videollamadas, varios temas de aplicaciones. Entre los temas que no se explicaron se encontraba “cadenas de Markov” tema que iba a aparecer en el examen presencial. Cabe aclarar que los estudiantes desconocían cuál/es eran las aplicaciones que se evaluarían. Se les pasó el bot y se les pidió que, durante el período entre dos clases (entre viernes y martes), estudiaran “solos” con la ayuda del ChatBot el tema de Cadenas de Markov. Luego, en la videollamada siguiente, se haría una actividad sincrónica en la que se revisaría lo que habían aprendido.

Para analizar los resultados de esta estrategia se va a conside-

rar, en primera medida, la experiencia en su estado más puro, esto es, sin intervención docente previa. Para esto, en la siguiente clase sincrónica, se realizó una actividad sincrónica con la herramienta *Quizzes* (<https://quizizz.com/>) en la que se iban presentando 10 pequeñas preguntas sobre la actividad autónoma de las aplicaciones. Al finalizar las actividades, se hizo una puesta en común discutiendo las respuestas que fueron consiguiendo.

Las preguntas estaban más orientadas al entendimiento global de los temas y no tanto a la parte operativa, ya que se buscaba observar si habían tenido una comprensión global del tema sin perderse en la cuenta en sí misma.



Fig. 4: Ejemplo de Pregunta del Quizzes

Se realizaron 5 preguntas sobre los conceptos involucrados en Cadenas de Markov, cada pregunta abordaba uno de los siguientes conceptos:

- El significado de elementos de la matriz estocástica.
- El modelo matemático de Cadenas de Markov.
- El estado de equilibrio poblacional.

En cuanto a los resultados específicos del tema de Cadenas de Markov obtenidos en esa actividad se pudo observar que, cuando la pregunta era sobre lo que representaba algún elemento de la matriz, o el cómo se armaba, la mayoría respondió bien.

En la Fig. 5 se puede ver los resultados de una de las preguntas, pero los resultados se replicaron en las preguntas que trataban los mismos conceptos:



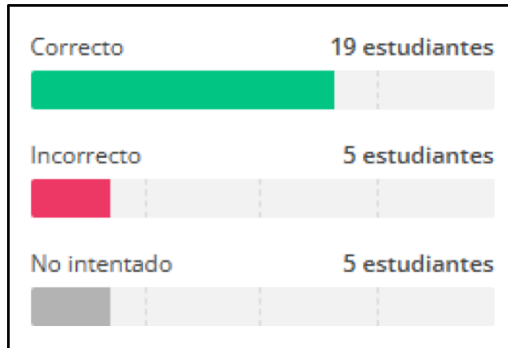


Fig. 5: Resultados pregunta sobre elemento de la matriz.

Cuando la pregunta refería a la condición de estabilidad o, cuando refería al armado del modelo matemático, mirando las opciones individuales se puede ver que, la que obtuvo la mayor cantidad de respuestas fue, efectivamente, la correcta, sin embargo, esta cantidad no corresponde a una mayoría absoluta, como se puede ver en la Fig. 6.

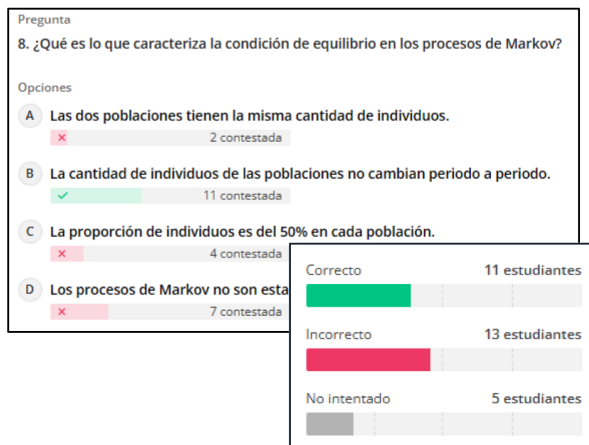


Fig. 6: Respuestas individuales y globales

Algo a considerar es que, la manera de aplicar la actividad de Quizzes, en forma de juego, mientras se compartía pantalla, se había transformado en una especie de competencia. Tras la actividad, algunos estudiantes comentaron que, como la aplicación mostraba una tabla con el puntaje después de cada pregunta y que, eso depen-

día de la velocidad con la que contestaban, se apuraban a responder sin leer completamente las opciones. Esto se pudo ver, en especial, en la pregunta que refería al modelo, en la que, en cada una de las opciones, la diferencia era bastante sutil. Cuando se habló respecto a esto, se pudo observar que varios de los que habían respondido mal, tenían el concepto correcto y, el error, fue por apurarse al responder.

La clase siguiente a esta actividad, se realizó el examen presencial. De esos 4 ejercicios, uno solo correspondía a la unidad de Aplicaciones, que, como dijimos correspondía, a Cadenas de Markov (Fig. 7).

**Ejercicio 4:** En un barrio hay solamente dos farmacias: "Fliess" y "La Nueva"; hay 4800 pacientes que cada mes deben comprar el medicamento para la presión. Se sabe que el 85% de los compradores de la farmacia "Fliess" siguen fieles a ella el mes siguiente mientras que el 75% mantienen la elección de la farmacia "La Nueva".

a) Modelizar la situación mediante un modelo de Markov. Si inicialmente 1600 pacientes elijen la farmacia Fliess. ¿Cuántas personas eligen cada farmacia a finales del segundo mes?

b) ¿Cuántos clientes debería tener cada comercio al comienzo para que dicha cantidad se mantenga constante mes a mes?

Fig. 7: Ejercicio del examen presencial

En ese examen, lo que se pudo observar es que, los resultados que se obtuvieron en el ejercicio de aplicaciones, son similares a los que se habían conseguido en la actividad sincrónica realizada con Quizzes.

Al momento de la corrección de ese ejercicio en el examen, se consideró como Bien, si estaba completamente correcto, como Regular, si tenía más del 50% bien hecho, en caso que no llegara a esa mitad, el ejercicio se consideraba como Mal. Los resultados obtenidos se pueden ver en la Fig. 8.

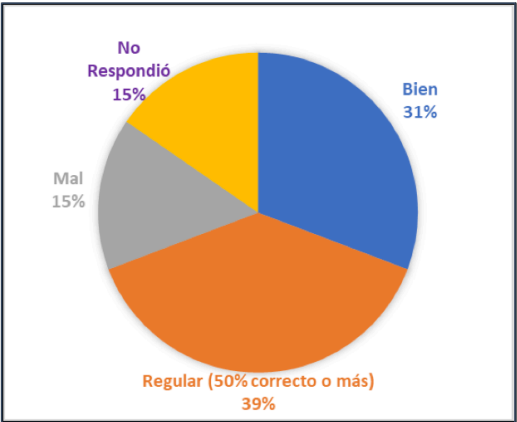


Fig. 8: Resultados en el examen

Se puede ver que, la mayoría de los estudiantes lograron hacer, por lo menos, un 50% del ejercicio de manera correcta.

## Reflexiones finales

Para arrancar con estas reflexiones finales, consideramos que es importante destacar que, al ser una experiencia que está enmarcada en un proyecto más grande, que trabaja con las estrategias de micro aprendizaje, la continuidad de los temas y el trabajo segmentado en bloques pequeños, nos ofrecía un ambiente propicio para la experiencia, en el que los estudiantes no se sintieran ajenos, ni les resultara inalcanzable, en términos matemáticos.

Considerando el poco tiempo que se les dio a los estudiantes para el aprendizaje autónomo del tema de Cadenas de Markov usando el ChatBot, creemos que la experiencia fue muy positiva. En particular porque, como comentaron algunos de los estudiantes en una charla posterior, les servía que no les diera la respuesta directa y que los ayudara a ir paso a paso.

Consideramos que esto es algo que podríamos aplicar en alguna comisión más numerosa (o en varios cursos) para poder tener una mayor muestra. De esta manera, se podrán ajustar los parámetros del bot para que se pueda lograr un aprendizaje más autónomo y significativo.

Para cerrar, queremos dejar un comentario de uno de los estudiantes que, nos contó, que usualmente consultaba con ChatGPT muchos de los ejercicios, pero que ahora prefiere el ChatBot de la materia porque le da la seguridad de que *“no se va a ir por las ramas”*.

Creemos que podemos aprovechar esto para hacer una nueva aproximación a la experiencia, agregando encuestas sobre el uso de las IA generativas previo al uso de nuestro bot y posteriormente. Y, de esta forma, poder hacer un análisis más puntual de la herramienta y que el trabajo que se viene realizando desde el curso de ingreso, termine ofreciendo una base sólida para futuras aproximaciones a la matemática aplicada a la ingeniería y a las carreras de índole y base tecnológicas.

## Referencias y bibliografía consultada

- [1] A. Henríquez Orrego, “Guía para crear GPTs personalizados. Ejemplos en contextos educativos, diseño curricular, gestión.,” 2024.
- [2] J. M. Barceló Sánchez and J. P. Mateos Abarca, *Metodologías activas de*

- la inteligencia artificial aplicadas a la enseñanza universitaria.*, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2023.
- [3] UNESCO, Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación, Paris, 2024.
  - [4] A. Tlili, B. Shehata, M. A. Adarkwah, A. Bozkurt, D. T. Hickey, R. Huang and B. Agyemang, “What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education,” *Smart Learning Environments*, vol. 10, no. 15, 2023.
  - [5] N. González, C. Milillo and F. Tarasow, *La escalera de la inteligencia artificial en educación: orientaciones para la incorporación de IA en la tarea docente.*, Flacso, 2024.
  - [6] C. Scolari, ¿Cómo diseñar clases transmediales? Carlos Scolari / “Mayéu-TIC@, Fundación Telefónica Perú, 2014.
  - [7] G. Silberman, Sin cortinas: Conversaciones sobre el ser humano digital, Buenos Aires: United Virtualities, 2010.
  - [8] R. Scorzo, G. Ocampo, G. De Pietri and N. Suelves, “Estrategias de Microlearning en un Curso de Ingreso a carreras de Ingeniería,” in *XVIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Hurlingham, 2023.
  - [9] J. Salinas and V. Marín, “Pasado, presente y futuro del microlearning como estrategia para el desarrollo profesional,” *Campus virtuales*, vol. 3, no. 2, pp. 46-61, 2015.
  - [10] CONFEDI, *Propuesta de estándares de Segunda Generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina “Libro rojo de CONFEDI”*, R. Giordano Lerena y S. Cirimelo, Edits., Universidad FASTA Ediciones, 2018.
  - [11] A. C., V. P. and R. R., “Herramientas de Microlearning: propuesta de implementación en el ámbito universitario,” in *XVI Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología*, La Plata, 2021.

# Abordaje al aprendizaje basado en proyectos mediante la realización de un torneo de programación: Copa Real-Time

*Martín Miguel Machuca<sup>1</sup>*

## Resumen

El presente trabajo describe la realización de un torneo de programación abordando el aprendizaje basado en proyectos como estrategia educativa. Se propone la creación de un campeonato digital de fútbol utilizando un juego denominado *Futbol.socket()*. *Futbol.socket()* es un desarrollo propio compuesto por un servidor, un cliente de visualización y uno o más programas solución que contienen las estrategias de cada equipo. Los participantes disponen de la documentación para desarrollar sus soluciones. También cuentan con el acceso al servidor del juego en Internet para realizar pruebas. La experiencia está dirigida a estudiantes de Ingeniería en Informática que posean un dominio básico sobre cualquier lenguaje de programación que implemente el protocolo *WebSockets*. La duración del certamen es de un mes, aproximadamente. Comienza con la inscripción de los equipos, sigue con la construcción de los programas solución y culmina en un evento presencial donde todos los equipos participantes ponen a prueba sus soluciones enfrentándose mutuamente hasta obtener un equipo ganador. Con esta experiencia, se pretende estimular el aprendizaje en el área de la programación, sin olvidar el fomento de la vinculación entre estudiantes y la generación de sentimientos de pertenencia y camaradería.

**Palabras Clave:** ABP - Programación - WebSockets - juegos - Ludificación.

## 1. Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos es una estrategia que plantea un cambio de enfoque en la adquisición de conocimientos, en

---

1. Ingeniería en Informática, Departamento de Tecnología y Administración, Universidad Nacional de Avellaneda, Buenos Aires, Argentina.

contraposición a los métodos más tradicionales de enseñanza. En lugar de facilitar todo el conocimiento *a priori* y luego evaluarlo con problemas ajustados a los temas tratados, el aprendizaje basado en proyectos plantea un objetivo a alcanzar, un proyecto. Los objetivos deberán ser planteados como problemas similares a situaciones de la vida profesional que requieran un enfoque multidisciplinario para su resolución, aplicando no solo técnicas específicas de la materia en cuestión, sino también aportes de ciencias básicas como las matemáticas aplicadas, la lógica y la algoritmia, en nuestro caso. Este enfoque moviliza al participante para echar mano de todas sus capacidades teóricas y sociales, al verse inducido al trabajo en equipo.

### 1.1. Antecedentes

La realización de concursos y torneos de programación es una práctica muy común en carreras de informática, donde se ponen a prueba los conocimientos y la creatividad para hallar soluciones en un contexto determinado. Existen propuestas a nivel nacional e internacional con el formato de torneos, hackathones y otros encuentros que apuntan a la resolución de problemas en un espacio y tiempo determinados. Generalmente, todo sucede en un plazo de cuatro a ocho horas. Durante ese tiempo se realizan todas las actividades necesarias para alcanzar las soluciones y ganan las mejores, según el criterio de un jurado de expertos designado para la evaluación. En nuestra carrera, Ingeniería en Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, un grupo de docentes ha realizado varios eventos de este tipo. En 2015 realizamos la Primera Jornada Abierta de Programación.



Figura 1: 2° Jornada Abierta de Programación (2016)

En esta primera edición se planteó a los participantes el problema del viajante; debían escribir un programa que se aproximara a una solución óptima. Al año siguiente se realizó la segunda edición donde planteamos otro problema de complejidad computacional NP (resolución de tiempo polinómico no determinista) [8]. En estas dos primeras jornadas se le prestó atención al aspecto lúdico del evento, dejando en segundo plano la evaluación de los estilos de programación, el uso de herramientas u otros aspectos técnicos. Principalmente, se tuvieron en cuenta los resultados y el haber alcanzado los objetivos propuestos. Más adelante, en nuestra carrera se conformaron equipos de programación competitiva que participaron en certámenes nacionales. Si bien entre estos eventos del pasado hubo diferencias de enfoque con respecto a sus objetivos, todos ellos coincidieron en el tiempo de desarrollo del certamen: unas cuantas horas para hacer todo.

## 1.2. *Copa Real-Time*

Hoy nos encontramos en pleno proceso de preparación de un torneo de programación que denominamos *Copa Real-Time*. Los objetivos de este evento son la resolución de problemas con un abordaje integral, el trabajo en equipo y la socialización entre los participantes. El concurso consiste en la creación de un componente cliente que pueda conectarse con el servidor del juego, actuando como un bot o jugador automático. El juego es un modelo reducido de fútbol donde se enfrentan dos equipos por sesión. Los equipos, para contar con una solución operativa el día del evento, deberán haber estudiado, construido y probado previamente sus trabajos. Se dará el plazo de un mes para la preparación de la solución y el día del evento se enfrentarán entre sí, obteniendo el título de ganador aquel equipo que haya resultado el vencedor de una mayor cantidad de partidos. Con este formato de torneo apelamos al fútbol como concepto fuertemente arraigado en nuestra cultura [1]. La mayoría de nuestra población conoce las nociones básicas del fútbol, necesarias para entender las reglas del juego. Principalmente, el fútbol tiene cierto atractivo por ser un juego popular. Tampoco es necesario inventar un nuevo juego ni modificar *ad hoc* las reglas de algún juego popular de mesa. Señalamos esto último porque podríamos haber propuesto un juego de damas, o bien el de ajedrez, pero es sabido que hay una gran cantidad de código fuente de algoritmos que implementan soluciones para estos juegos. Y lo que deseamos es que las soluciones sean construidas íntegramente por los equipos participantes. También se plantea un escenario donde es

necesario el desarrollo de ciertas competencias de liderazgo, resolución de problemas, organización y creatividad. Creemos que este enfoque garantiza un trabajo analítico y de poco estrés, dando como resultado unas soluciones probadas y seguras, en un intento de minimizar las frustraciones por falta de tiempo el día del encuentro. Esperamos que el resultado final sea una jornada de juego y compañerismo, donde se pueda exhibir tanto el talento, el conocimiento y la técnica, como la pasión, la amistad y la camaradería. Se insiste en que el plazo de desarrollo debe ser amplio para poder garantizar la resolución de problemas de cierta complejidad e incorporarlos en sus soluciones, obteniendo resultados de mayor calidad. El abordaje al aprendizaje por proyectos nos garantiza la integración de habilidades y distintos conocimientos, tanto de programación como de trigonometría, álgebra lineal, lógica e incluso la implementación de modelos simples de optimización basada en reglas u otros modelos de inteligencia artificial. El nombre Copa Real-Time es una alusión al concepto técnico de este juego; un sistema distribuido de tiempo real suave (*soft real-time*), basado en el intercambio de mensajes en formato *JSON* mediante el protocolo de comunicación *WebSockets*.

## 2. Marco conceptual

Ya hemos mencionado el Aprendizaje Basado en Proyectos: ABP. El ABP es una estrategia didáctica que apunta a estimular integralmente a las y los estudiantes para alcanzar una combinación armónica e intuitiva de sus saberes y aptitudes, a fin de lograr un aprendizaje profundo [4] impulsado por la realización de un proyecto. Entendemos por proyecto al esfuerzo temporal realizado por una persona, o un grupo de personas, para alcanzar un producto u objetivo tangible y/o reconocible, con una cantidad finita de recursos a su disposición. Un proyecto tiene comienzo y tiene fin, implica una gran cantidad de actividades en su ejecución, relacionadas con la organización, el liderazgo, la técnica y la creatividad [7]. Los proyectos educativos tienen la ventaja de ser ejecutados en un entorno controlado y guiado por un profesional docente que estimula su realización, intentando aproximar la experiencia educativa a una situación real, pero sin la carga de responsabilidades que un proyecto real demandaría. La práctica del ABP en la educación superior universitaria produce una serie de beneficios para quienes la llevan a cabo. Entre otras ventajas, se destacan el aumento en la motivación, el desarrollo y la adquisición de competencias útiles en entornos laborales, el trabajo en equipo,



la adquisición de habilidades sociales y de comunicación, el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, los abordajes multidisciplinares a los problemas y el aumento de la autoestima [3]. El desarrollo de torneos de programación como estrategia en la enseñanza de la programación es una actividad probada y en sintonía con los objetivos del ABP. La motivación y el aprendizaje están íntimamente relacionados dentro de esta práctica. Los torneos de programación destacan el surgimiento del aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje competitivo. Los torneos de programación pueden provocar una mayor participación de las y los estudiantes, pero al mismo tiempo podrían causar sentimientos de frustración, debido al enfoque competitivo que produce muchos perdedores y pocos ganadores. Para evitar este efecto, se debe prestar mayor atención al aspecto lúdico de este tipo de actividad. La recompensa debe hallarse en el proceso, más que en el resultado [6]. No podemos dejar de mencionar otro concepto que aparece en medio de estas ideas: la ludificación o gamificación de contenidos en la enseñanza. Esta herramienta se basa en el uso de mecánicas de juego en entornos diferentes al mismo juego. El aprendizaje basado en contenidos ludificados pone el foco en la motivación, el esfuerzo, la fidelización y la cooperación entre estudiantes. También se presta atención a la experiencia interactiva frente al objeto de conocimiento, y a la toma de decisiones para abordarlo de la manera más eficaz. La ludificación cambia la perspectiva que la o el estudiante tiene acerca del objeto de estudio; esto puede darse para la absorción de conocimientos o la recompensa frente a acciones concretas [9]. El presente proyecto también se sustenta sobre las bases de la Teoría de Juegos. Esta teoría nos dice que, en un escenario de juego, las decisiones de uno de los actores afectan a los otros. En nuestro caso, se trata de un juego de intereses contrapuestos donde no existe la colaboración entre adversarios y puede considerarse dentro de la categoría de juegos no cooperativos o de suma cero [10]. Los participantes deberán elaborar y programar sus propias estrategias, teniendo en cuenta la elección de decisiones a la hora de realizar una acción, como ser enfrentar al oponente, pasar la pelota o tirar al arco. La suma y combinación de estas acciones, organizadas en una estrategia, son de crucial importancia en el resultado del juego [11].

### **3. Descripción de la experiencia**

Se dispuso la construcción de un juego de fútbol de tiempo real

donde los jugadores no son personas operando una interfaz de usuario. En su lugar, los jugadores son programas modelados con estrategias para reaccionar a los eventos generados por el juego. El servidor fue construido en nuestro laboratorio de Investigación y Desarrollo, al igual que un prototipo de cliente –jugador–. Los equipos participantes deben construir sus propios programas solución cliente.

### 3.1. Modelo y reglas del juego

El juego fue modelado con un estilo de juego de mesa por turnos. En cada instante, los participantes conocen el estado de la cancha; la ubicación de todos los jugadores, la ubicación de la pelota y la ubicación de los dos arcos. La cancha está representada por una matriz de sectores numerados. El resultado es un tablero de 20 filas por 13 columnas, dando un total de 260 sectores. Por cada turno, el servidor envía un mensaje a cada participante. Los mensajes pueden ser del tipo:

- **TIENES LA PELOTA:** El equipo que recibe este mensaje tiene la pelota en su dominio. El mensaje está acompañado por el estado actualizado de la cancha.
- **REACCIONAR:** El servidor envía este mensaje a los dos equipos cuando nadie tiene la pelota, o bien a un equipo en particular, cuando el adversario está a punto de hacer un movimiento. Por ejemplo, si el equipo A está dispuesto a patear hacia un sector de la cancha, el equipo B es advertido de tal acción para que decida interceptar el lanzamiento, si lo considera conveniente.
- **ERROR:** Se devuelve este mensaje cuando el servidor advierte que el jugador pretende realizar una acción que no puede. Por ejemplo, cuando se envía el mensaje *PATEAR* sin tener posesión de la pelota.

Dependiendo del mensaje enviado por el servidor, el cliente puede responder:

- **PATEAR:** En caso de tener la pelota en su poder, un equipo puede responder con esta acción, indicando las coordenadas de un sector de la cancha.
- **CORRER:** Esta acción es válida si se posee o no la pelota. Se debe definir una lista de uno o más jugadores del equipo propio de

fútbol que se moverán en la cancha hacia otros sectores, definidos por sus coordenadas.

- **MARCAR ADVERSARIO:** Permite indicar un número de jugador del equipo propio y el número de un jugador del equipo contrario para marcarlo. Si se desea mantener la marca, se deberá volver a enviar este mensaje en turnos posteriores.

Con el fin de simplificar el universo de posibilidades, en esta versión del juego no se contemplan todas las reglas del juego real de fútbol. Quedan por fuera de este modelo las sanciones a jugadores, la ley de posición adelantada, los tiros de esquina y los saques laterales.

### 3.2. Aportando un poco al **caos**

Si todas las acciones de los jugadores se ejecutaran con exactitud, el juego se volvería rápidamente predecible y tedioso de ver. La Teoría del Caos postula que un pequeño cambio en las condiciones iniciales de un sistema determinista

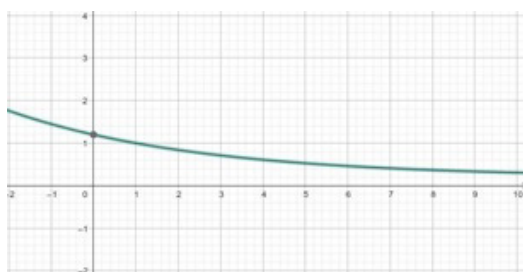


Figura 2: Función para obtener la probabilidad de acierto en un tiro de pelota.



Figura 3: Futbol.socket()

lo vuelve impredecible [2]. Para obtener sensación de realismo a los eventos sucedidos durante el partido, se decidió aplicar coeficientes que brindan cierto grado de probabilidad de acierto en algunas acciones.

Para la acción *PATEAR* se definió una función exponencial que reduce la precisión de un tiro de pelota. Cuanto mayor es la distancia del tiro, mayor es la probabilidad de fallar y que la pelota caiga en sectores cercanos al que se pretende llegar. Para calcular el destino de caída de la pelota se definió la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{4^x}{5} + \frac{1}{5} \quad (1)$$

También interviene el azar cuando dos jugadores pelean por la pelota en el mismo sector de la cancha. En cada equipo, todos los jugadores tienen la misma categoría excepto uno que posee la propiedad *crack = TRUE*. Cuando se disputa la pelota, cada jugador tiene un 50 % de probabilidad de ganarla. El jugador *crack* posee una probabilidad del 75 % de ganar la pelota. A continuación se muestra el sorteo aleatorio basado en los valores de probabilidad de cada jugador para ganar la pelota.

$$x = \text{random}() * (\text{rango}(j1) + \text{rango}(j2)); \quad (2)$$

$$x < \text{rango}(j1) \Rightarrow \text{ganador} = j1; \quad (3)$$

$$x \geq \text{rango}(j1) \Rightarrow \text{ganador} = j2; \quad (4)$$

La función *random()* devuelve un valor pseudoaleatorio entre 0 y 1. *rango(j1)* representa el rango entre 0 y el porcentaje del jugador 1 sobre 100.

### 3.3. Lo que se espera de los equipos participantes

El universo de soluciones es lo suficientemente amplio para que cada equipo pueda dar rienda suelta a su creatividad. En todas las soluciones se tiene que implementar una base técnica para lograr la comunicación con el servidor, interpretar correctamente el esquema de mensajes y saber responder adecuadamente. Una vez superado este umbral técnico, se abre un abanico inmenso de posibilidades para modelar y expresar las estrategias de juego. Desde un par de “ifs” hasta un sistema complejo de reglas que se disparen dependiendo del patrón formado por los eventos del servidor, son válidos como estra-

tegia y como programa solución. Será interesante ver qué artilugios ideó cada equipo para crear sus soluciones.

### 3.4. Arquitectura y especificaciones técnicas

El juego *Futbol.socket()* es un sistema distribuido de tiempo real suave (*soft real-time*) [5] basado en el intercambio de mensajes en formato *JSON* (*JavaScript Object Notation*). Sus componentes son:

- Servidor HTTP y WebSockets basado en Node.js, Nginx y una base de datos Redis para mantener el estado del juego en memoria.



Figura 4: Copa Real-Time. Cartel publicitario tamaño A1

- Cliente de visualización que corre en navegadores web. Este es el componente visual del juego, basado en HTML5, CSS3, Pasher 3.6 (framework para videojuegos 2D) y JavaScript. El cliente de visualización también implementa el sistema TTS (*Text To Speech*) Web Speech API para simular el relato del partido hecho por una locutora o un locutor.
- Clientes jugadores, estos son los programas solución que deberán construir los equipos participantes del certamen. Los clientes jugadores se conectan al servidor mediante el protocolo WebSockets y pueden estar desarrollados en cualquier lenguaje de programación.

Vale aclarar que este programa representa y controla un equipo de fútbol de once jugadores.

### 3.5. La realización del torneo

Como ya dijimos, el torneo tiene una duración total de un mes aproximadamente. Durante ese plazo, los equipos participantes preparan sus programas solución para luego competir en la universidad el día del cierre del concurso. Esta modalidad requiere la preparación previa de escenarios de prueba para que los equipos puedan trabajar independientemente y en forma remota. Para ello, se generó un contenedor *Docker* con todos los componentes necesarios para el funcionamiento del servidor y se dispuso en línea en una dirección *URL* de fácil acceso:

<https://machuca.com.ar/futbolsocket> (5)

Allí se pueden probar las soluciones en tiempo real. Gracias a esta configuración, también existe la posibilidad de generar partidos amistosos en línea entre diferentes equipos, a modo de prácticas de entrenamiento para el evento oficial. La publicidad del evento se realiza por medios digitales como e-mails, whatsapp y redes sociales, como también por medios gráficos tales como carteles y folletos. El auspicio de los docentes en las aulas es fundamental para alcanzar una mayor difusión.

El día del evento se reunirán todos los equipos participantes en el aula laboratorio más amplia de nuestra carrera. El espacio estará preparado con dos servidores de juego, dos proyectores y una pantalla de 50 pulgadas para ver los partidos y otros datos relevantes. Un equipo de sonido y altavoces para reproducir el contenido multimedia del juego. Los equipos participantes se conectarán a una red local para jugar, según su turno. Para organizar los encuentros, se realizarán sorteos para definir los equipos que se enfrenten en la primera ronda. Cada equipo jugará dos partidos como mínimo. Superada la primera ronda, seguirá otra ronda eliminatoria y se irá reduciendo la cantidad de equipos activos hasta llegar a la final. Cada partido tendrá una duración de 5 minutos, pero si la cantidad de equipos participantes es numerosa (más de 10), deberá reducirse a 3 minutos de duración. Los últimos partidos, semifinales y final durarán 7 minutos. A los finalistas se les otorgará un reconocimiento. Todos los equipos obtendrán un certificado de participación del encuentro.

#### 4. Metodología

Con esta experiencia docente se desea obtener un registro medido de los cambios sucedidos en los estudiantes. Para ello, se confeccionó una encuesta que cada participante deberá completar al final del certamen. Dicha encuesta trata de recolectar información relacionada con los conocimientos nuevos adquiridos, competencias como el liderazgo, investigación y resolución de problemas. Las y los encuestados informarán el cuatrimestre de la carrera que están cursando y responderán una serie de preguntas simples con alguna de estas opciones: *Nada, Algo, Mucho*.

**Cuadro 1: Encuesta final**

Pregunta	N/A/M
¿Investigaste sobre tu lenguaje?	
¿Investigaste sobre WebSockets?	
¿Investigaste sobre JSON?	
¿Investigaste sobre asincronismo?	
¿Investigaste sobre algoritmos?	
¿Utilizaste IA?	
¿Creaste IA?	
¿Utilizaste Matemáticas?	
¿Intercambiaste ideas?	
¿Lideraste el equipo?	
¿Se reunió el equipo?	
¿Conociste gente nueva?	
¿Hiciste nuevas amistades?	
¿Fue entretenido?	

Con este cuestionario se intenta medir la adquisición de nuevos conocimientos a partir del reto planteado. También se tiene en cuenta la emersión de competencias tales como el trabajo en equipo y el liderazgo. Por último, se trata de detectar si hubo algún estímulo para la interacción social.

## 5. Resultados

Al momento de escribir este artículo académico, nos encontramos en plena tarea de depuración y afinamiento del entorno, documentación y lanzamiento del torneo; por eso ahora mismo no tenemos la posibilidad de detallar los resultados obtenidos. Es probable que para la fecha de exposición de este trabajo, el torneo ya se haya realizado y podamos compartir sus resultados y lo aprendido durante este proceso. Pese a esta atemporalidad, nos permitimos prever lo que se espera de esta experiencia, basándonos en lo sucedido en torneos anteriores. En ediciones pasadas de la *Jornada Abierta de Programación*, se experimentó una gran adhesión al concurso. El enfoque lúdico y transversal; permitir el acceso a cualquier estudiante de la carrera, sin importar su nivel, el hecho de plantear problemas que pueden ser abordados de diferentes maneras,

nos permitió una integración en el encuentro de estudiantes de todos los niveles. Esperamos que la *Copa Real-Time* sea un proceso creativo y de investigación en su comienzo, y un motivo de juego, encuentro, cohesión y sinergia entre estudiantes al final. Darle la oportunidad a cualquier estudiante de demostrar su esfuerzo y talento, sin dejar de lado la camaradería y la amistad, nos resulta sumamente importante.

## 6. Implicaciones

El desarrollo del juego *Futbol.socket()* y la realización del torneo *Copa Real-Time* dispararon varias líneas de trabajo futuro. Una de ellas, la más relevante, es la realización de torneos interuniversitarios. A partir de los resultados de este torneo, podremos conformar una selección UNDAV que se enfrentaría a equipos de otras universidades. Para llegar a este punto, se deberán seguir dos pasos previamente; la vinculación con otras carreras de informática en universidades nacionales o privadas, y la liberación del código fuente del juego *Futbol.socket()*. Otra línea de trabajo derivada de este proyecto sería la creación de un framework para la programación sencilla de una estrategia de juego. Esto es, brindar una forma fácil para que se pueda crear un programa solución con una secuencia de instrucciones en un editor de textos simple. Llevar adelante este proyecto nos compromete en la creación de un lenguaje simple de pocas palabras y un entorno intérprete de dicho lenguaje. El objetivo sería didáctico para estudiantes de la escuela secundaria, primaria inclusive, que



se interesen por la programación, como un modo de promoción de nuestras carreras. El juego y este framework estarían disponibles, tanto en eventos públicos y exposiciones educativas, como a través de internet para lograr un mayor, federal y democrático acceso a estos contenidos educativos y tecnológicos.

## Referencias

- [1] P. Alabarces. *Tropicalismos y europeísmos en fútbol. La narración de la diferencia entre Brasil y Argentina*.
- [2] K. Alligood, T. Saumer, and J. Yorke. *Chaos, An Introduction to Dynamical Systems*. Springer-Verlag, 1997.
- [3] P. Benito, M. Glant, and M. Romano. *Aprendizaje basado el Proyectos. Una experiencia en Educación Superior a distancia*. 2023.
- [4] J. Bigs. *Approaches to the enhancement of tertiary teaching. Higher Education Research and Development*. 1989.
- [5] A. Burns, A. Wellings, and C. Llamas Bello. *Sistemas en tiempo real*. Pearson Addison-Wesley, 2008.
- [6] C. Fracchia, P. Kogan, A. Alonso de Armiño, I. Godoy, and L. López. *Realización de Torneos de programación como estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de programación*. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014), 2014.
- [7] H. Kerzner. *Project Management. A systems approach to planning, scheduling and controlling*. Jogn Wiley Sons, Inc., 2009.
- [8] E. Maldonado. *Un problema fundamental en lainvestigación: Los problemas P vs. NP\**. Revista LOCOS CIENCIA TECNOLOGÍA, 2013.
- [9] J. M. Prieto Andreu. *Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios*. Ediciones Universidad de Salamanca, 2020.
- [10] J. Ricart. *Una introducción a la teoría de los juegos*. IESE Bussiness School, 1988.
- [11] C. Yeung and K. Fujii. *A strategic framework for optimal decisions in football 1-vs-1 shot-taking situations: an integrated approach of machine learning, theorybased modeling, and game theory*. 2024.

# Recurso generado con tecnología de impresión tridimensional para la práctica del dibujo tecnológico

*Silvana E. Gutiérrez,<sup>1</sup> Sandra N. Fernández<sup>2</sup>  
y Gerardo M. Arias<sup>3</sup>*

## Resumen

En el marco de la materia Diseño Mecánico Asistido, dictada regularmente para la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad Nacional del Sur (UNS), se considera relevante presentar ante los estudiantes un recurso didáctico con el que puedan realizar un repaso inicial de dibujo tecnológico durante la primera clase.

Para ello se selecciona una pieza que resulta apropiada para ese primer encuentro en cuanto a las temáticas a abordar y a la disponibilidad horaria con la que cuentan los estudiantes para representarla. Considerando esto, se decide recurrir a una pieza modelada anteriormente con un programa de Diseño Asistido por Computadora (CAD) y se la reutiliza imprimiéndola con la tecnología de Modelado por Deposición Fundida (FMD) en dos escalas diferentes con respecto al modelo original.

En este trabajo se describen los pasos para la elaboración del recurso didáctico con las tecnologías mencionadas y el planteo de una experiencia en el aula.

La elaboración de estos modelos didácticos resulta de relevancia en materias como las de dibujo tecnológico ya que posibilitan que los estudiantes puedan disponer de ellos en cantidad suficiente para manipularlos y así comprender algunos conceptos que resultan abstractos.

**Palabras clave:** impresión tridimensional, recurso, modelado, dibujo, educación.

---

1. Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Mail: sgutie@criba.edu.ar

2. Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Mail: sfernand@uns.edu.ar

3. Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Mail: germigari@gmail.com

## Introducción

La reducción de los costos de las impresoras tridimensionales y la simplicidad que ofrecen para poder materializar una idea, han generalizado su uso en muy diversas disciplinas de la vida humana. En particular, en el área de la educación, la tecnología de impresión de Modelado por Deposición Fundida está cobrando cada vez más fuerza orientada a la generación de objetos tangibles y maquetas como recursos didácticos.

En el contexto de la educación universitaria, y en el caso de la enseñanza del dibujo tecnológico, las nuevas tecnologías permiten disponer de modelos didácticos adaptados a una temática en particular y en la cantidad y variedad que resulten necesarias para incorporarlos en experiencias innovadoras con los estudiantes.

Existen multitud de experiencias educativas que han utilizado la impresión tridimensional (3D) como recurso didáctico, dados los múltiples beneficios que aporta para el aprendizaje de contenidos variados en las diferentes etapas educativas y disciplinas [1]. Con esta tecnología de impresión tridimensional las piezas se producen a base de superposición de capas sucesivas. Esta técnica recibe el nombre de fabricación aditiva, pues se lleva a cabo mediante la adición de materia: el objeto cobra forma a medida que las capas se solidifican [2].

En este trabajo se implementa la tecnología para la generación de una pieza impresa tridimensionalmente en distintas escalas que se destina al repaso de conceptos ya vistos por los estudiantes en un curso anterior de dibujo tecnológico. Entre ellos, el método de representación rectangular, cortes, acotaciones y escalas.

## Desarrollo

En el marco del proyecto PGI “Investigaciones sobre tecnologías aplicadas a la enseñanza del Dibujo Tecnológico y de la Hidráulica en la Ingeniería” del Departamento de Ingeniería de la UNS, desde hace dos décadas un grupo de docentes-investigadores implementan nuevas tecnologías que involucran, entre otras tareas, el diseño y elaboración de recursos didácticos que permitan una mejora en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En particular, durante el desarrollo del recurso didáctico proyectado en este trabajo se recurre a las siguientes etapas: consideración de los conceptos de dibujo tecnológico, selección de una pieza apropiada para la revisión de los conceptos planteados, impresión tridimensional

en distintas escalas con tecnología FMD y diseño de una experiencia didáctica con los estudiantes.

## **Conceptos del dibujo tecnológico**

El recurso se orienta para ser empleado en una primera clase de la materia Diseño Mecánico Asistido. Se trata del segundo curso de dibujo tecnológico que forma parte del Plan de estudios de los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UNS. En virtud de ello, con el modelo didáctico se apunta a efectuar un repaso completo de las temáticas desarrolladas durante el primer curso.

Dentro de las temáticas a rever se encuentra el método de representaciones rectangular, con la normativa ISO E vigente en nuestro país de acuerdo a las normas IRAM [3]. Para representar una pieza según dicho método resulta de suma utilidad disponer de ella en forma física para poder manipularla, visualizarla desde distintos puntos de vista y decidir cómo dibujarla.

En cuanto a la temática referida a cortes, el recurso didáctico se orienta a trabajar las dificultades que generalmente tienen los estudiantes en la representación de objetos con orificios que son factibles de ser representados gráficamente mediante cortes de tipo parcial. Este tipo de corte se emplea cuando solo una parte de una vista necesita seccionarse para mostrar algunos detalles de la estructura interna del objeto [4].

Con respecto al tema de acotaciones, se trata de indicar racionalmente y leer correctamente las dimensiones para lo cual es preciso asimilar los convencionalismos establecidos por la normativa, teniendo en cuenta la tecnología de fabricación de la pieza y sus particularidades constructivas [5].

En cuanto a las escalas, se tiene en cuenta que todo objeto se representa preferentemente en escala natural, pues con ello las dimensiones de la representación no se diferencian de las del objeto. Cuando esto es imposible o no es conveniente, se utilizan escalas de reducción o amplificación [5]. Para abordar este concepto se considera útil poder disponer del mismo modelo impreso en distintas escalas.

## **Selección de la pieza**

Se selecciona una pieza modelada previamente para otra temática y que al analizarla en detalle cumple con las características necesas-

rias para poder abordar todos los conceptos planteados en la clase de repaso.

Se trata de un soporte que dispone en su base de cuatro orificios con cambio de diámetro y que cuenta con otros dos orificios perpendiculares entre sí para soportar elementos cilíndricos. Asimismo, posee en su geometría distintas curvas con empalmes a rectas y dos nervaduras.

El *software* de CAD empleado para concretar el modelado es *Inventor Professional*. En la figura 1 se puede observar a la pieza en el espacio de trabajo de modelado en 3D de dicho programa.

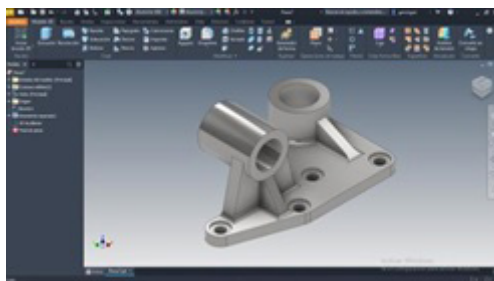


Figura 1. Modelado del soporte en *Inventor*.

## **Impresión de la pieza con tecnología FMD**

A partir del archivo de la pieza modelada se genera otro archivo en formato STL (*Standard Triangle Language*). A continuación, se emplea un programa intermediario entre el archivo STL y la impresora 3D, el cual permite laminar en capas y generar soportes en caso de ser necesario. En este caso, se utiliza *Prusa Slicer*, un software gratuito y de código abierto.

Para concretar la impresión se emplea como tecnología de modelado por deposición fundida una impresora modelo *Artillery Hornet*. Esta trabaja fundiendo un filamento plástico y por medio de una boquilla caliente lo va depositando en forma de hilo a través de sucesivas capas. De esta forma el modelo adquiere forma física.

El tipo de filamento empleado para la impresión es ácido poliláctico (PLA), se trata de un material biodegradable derivado de materiales naturales.

Para la impresión se considera la posición más conveniente para reducir la cantidad de soportes adicionales y que la superficie inferior

sobre la cual se construya sea la que tenga una mejor terminación final [6].

En la figura 2 se observan las capas iniciales que conforman el primer modelo didáctico y el comienzo de la impresión de los correspondientes soportes.



Figura 2. Impresión modelo.

Aprovechando al máximo las dimensiones que permite la impresora, esta primera pieza se realiza en escala de reducción 1:2 con respecto al modelo original. Es decir que todas sus dimensiones se encuentran reducidas exactamente a la mitad de su valor. En la figura 3 se observa el modelo completamente impreso con los soportes de impresión aún colocados.



Figura 3. Pieza soporte en escala 1:2.

A continuación, se procede a imprimir un total de cinco piezas en escala 1:5, con una mayor reducción. En esta escala, los modelos tie-

nen todas sus dimensiones cinco veces más pequeñas que el modelo original.

De esta manera, se cuenta con una cantidad suficiente de piezas para que los estudiantes puedan manipularlas trabajando en grupos reducidos.

En la figura 4 pueden observarse estas cinco piezas junto al primer modelo de mayor escala.



Figura 4. Conjunto de modelos impresos.

### **Experiencia didáctica**

En primera instancia, el docente responsable de cátedra realiza una introducción al repaso enumerando las temáticas a rever y disponiendo en el aula virtual de todo el material referido a ellas.

A continuación, se presenta a los estudiantes el modelo impreso en escala mayor y se realizan observaciones en cuanto a la configuración geométrica de las distintas partes que lo constituyen y una descripción en referencia a su función y a su posición espacial.

Se divide a los estudiantes en cinco grupos para trabajar con las cinco piezas modeladas en menor escala. De esta manera, tienen la posibilidad de establecer un contacto directo con los modelos, manipularlos, visualizarlos desde distintos puntos de vista, reconocer su forma y proporciones y considerar la necesidad de efectuar algún corte.

Luego de analizar en detalle la pieza, los estudiantes realizan un croquizado a mano alzada dibujando las vistas necesarias y suficientes según el método de proyección rectangular, los cortes correspondientes y la acotación teniendo en cuenta la escala del modelo.

Toda la representación se realiza aplicando la normativa de di-

bujo tecnológico IRAM [4] vigente en la Argentina y respetando la proporción de la pieza.

En la figura 5 se observa un estudiante en el momento en que toma proporción de las distintas dimensiones del modelo.



Figura 5. Proporcionado de la pieza.

## Conclusiones

Con la disponibilidad de estas tecnologías, es posible seleccionar dibujos de piezas mecánicas de libros, catálogos o páginas web que sirvan como base para el diseño de los recursos didácticos. Luego, por medio del modelado y de la tecnología de impresión tridimensional, se pueden generar los modelos físicos de dichas piezas en la cantidad y escalas en las que resulten necesarios para las clases de dibujo.

Estos recursos tangibles resultan ser de ayuda para una mejor comprensión de variadas temáticas y estimulan el interés particular de los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas de dibujo tecnológico, en especial en aquellos temas abstractos en los que suelen tener más dificultades.

La configuración geométrica de la pieza elegida resultó apropiada para el tratamiento de los temas a repasar. Contó con características como la presencia de curvas, orificios con y sin cambios de diámetro posicionados en distintos planos. Esta variedad en su morfología le otorgó riqueza y complejidad.

Tomando como base esta experiencia en cuanto a la dificultad y el tiempo demandado por los estudiantes para la ejecución de la representación, se prevé realizar rediseños sobre el mismo modelo y diseños de nuevas piezas para abordar la clase inicial de repaso. La implementación de estas tecnologías requiere de una actualización



permanente de los docentes para lograr sondear toda su potencialidad y generar experiencias innovadoras con los estudiantes.

## **Agradecimientos**

Los autores desean agradecer a la Secretaría dimensiones General de Ciencia y Tecnología de la UNS por la financiación del Proyecto de Grupo de Investigación “Investigaciones sobre tecnologías aplicadas a la enseñanza del Dibujo Tecnológico y de la Hidráulica en la Ingeniería”, en el marco del cual se realizó este trabajo.

## **Referencias**

- [1] Popescu, D., Popa, D. M. y Cotet, B. G. (2019). Preparando a los estudiantes para la Generación Z: consideraciones sobre el currículo de impresión 3D. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 240-254. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.280>
- [2] Berchon, M. ; Luyt B. (2016). *La impresión 3D: guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona (España)
- [3] IRAM (2017). *Manual de normas IRAM de Dibujo Tecnológico*. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires
- [4] Spencer H., Dygdon J., Novak J. (2003). *Dibujo Técnico*. Alfaomega, México.
- [5] Vishnepolski I.S (1987). *Dibujo Técnico*. Mir Moscú. URSS
- [6] Gutiérrez, S.E. Fernández, S.N., Arias, G.M., Ninago, M.D. (2019). Experiencia didáctica empleando conjuntos mecánicos modelados e impresos en 3D. XVI Congreso Nacional de Profesores de Expresión Grafica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines, 1, 176-1

# **Tecnologías implementadas en la elaboración de instrumental didáctico para un Laboratorio de Hidráulica**

*Sandra N. Fernández<sup>1</sup> y Luisina Ruggieri<sup>2</sup>*

## **Resumen**

En esta ponencia se describe la implementación de tecnologías orientadas al desarrollo de instrumentos didácticos para ser utilizados en las clases prácticas de la cátedra de Hidráulica General, en el Laboratorio de Hidráulica del Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur (UNS).

En esta materia se introduce a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en los conocimientos sobre la Mecánica de los Fluidos, sus características, variables, ecuaciones y elementos que gobiernan su comportamiento, ya sea dentro de conducciones a presión, como así también para escurrimientos a superficie libre.

Para la ejecución de los recursos didácticos se disponen de las tecnologías de Dibujo Asistido por Computadora (CAD), de un Visualizador de Modelos 3D y de la tecnología de Modelado por Deposición Fundida (FMD).

La utilización de estos materiales está orientada a que los estudiantes puedan comprender mejor los conceptos referidos a la conformación geométrica y al funcionamiento de instrumentos de medición. Con ellos se busca complementar y reforzar los conceptos vistos previamente en las clases teóricas.

En el ámbito de la educación, la implementación de tecnologías ofrece una gran potencialidad para generar recursos didácticos adaptados a cada cátedra y a cada temática específica.

**Palabras clave:** Hidráulica, tecnología, CAD, medición, visualización.

---

1. Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Mail: sfernand@uns.edu.ar

2. Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. Mail: luisiruggieri@gmail.com

## Introducción

El empleo de nuevas tecnologías en muy diversas disciplinas de la actividad humana se ha generalizado. En el área de la educación, el uso de objetos tangibles o maquetas como recursos didácticos siempre ha sido muy frecuente. Sin embargo, en los últimos tiempos y al cobrar la tecnología una importancia supina en la educación, estas maquetas son ahora realizadas con herramientas digitales [1]. En particular, en el caso de las ingenierías y las áreas de diseño, el material didáctico ofrece a los estudiantes la oportunidad de enfrentarse a problemas y situaciones reales con los que poder interactuar, analizar y buscar una respuesta adecuada. De este modo, se consiguen fortalecer las habilidades mecánicas, espaciales y asociativas, así como un aprendizaje significativo, y se desarrolla la creatividad y el autoaprendizaje [1].

Las nuevas tecnologías permiten disponer de recursos didácticos innovadores con los cuales los estudiantes tienen la posibilidad de reforzar conceptos abstractos y de visibilizar partes de objetos que resultan ocultas a simple vista.

Específicamente, en este trabajo se implementan las tecnologías en la elaboración de maquetas del instrumento de medición denominado tubo Prandtl. Este tubo combina en un solo instrumento un tubo de Pitot y un tubo piezométrico. El tubo Pitot mide la presión total, el tubo piezométrico mide presión estática y el tubo Prandtl mide la diferencia de las dos, que es la presión dinámica [2].

Los recursos se desarrollan buscando que los estudiantes refuercen los conceptos del funcionamiento y configuración interna de este instrumento durante el desarrollo de un

Trabajo Práctico de Laboratorio. Para ello se emplea una combinación de las siguientes tecnologías: CAD, Visualizador de Modelos Tridimensional instalado en una tableta e impresión FMD.

En cuanto a los sistemas CAD, permiten realizar el diseño de productos y componentes a través de gráficos interactivos. Un diseñador trabajando en este sistema genera varias vistas de los componentes y ensambles; puede obtener además vistas en tres dimensiones las cuales pueden ser ampliadas, rotadas y cortadas por secciones, lo que permite formarse una idea del producto en cuestión, facilitando todas las posibles modificaciones y eliminación de defectos [3].

El empleo de tabletas digitales, con una buena dimensión de pantalla y con todas las ventajas de movilidad de un teléfono móvil, brinda la posibilidad de ser complementada con el acceso a una tienda de aplicaciones en red [4]. Dentro de las aplicaciones disponibles se

encuentran los Visualizadores de Modelos 3D que permiten visualizar los objetos e interactuar con ellos, rotarlos, moverlos o ampliarlos con opciones de zoom.

En particular, en este trabajo se utiliza esta tecnología para visualizar un tubo de Prandtl, previamente modelado con un programa CAD, tanto en forma completa como sometido a diferentes cortes para mostrar su configuración interna.

En cuanto a la impresión tridimensional de modelado por deposición fundida (FMD), la introducción temprana de estas tecnologías en la educación de estudiantes de ingeniería puede proporcionar oportunidades únicas para mejorar la comprensión de los estudiantes de conceptos abstractos de ingeniería y mejorar las capacidades de resolución de problemas [5].

## **Desarrollo**

Para elaborar el recurso didáctico se toma como modelo un tubo de Prandtl de la marca Leybold que se encuentra solidario a un sistema didáctico de experimentos en aerodinámica en el Laboratorio Didáctico de Hidráulica del Departamento de Ingeniería de la UNS.

Durante el trabajo se recurre a las siguientes etapas: consideración de los conceptos fundamentales de la temática, croquizado y medición del tubo, modelado con un programa de Diseño Asistido por Computadora (CAD), elección e instalación de una aplicación de Visualización Tridimensional en tableta digital, impresión tridimensional y organización de la experiencia didáctica en el Laboratorio.

Las tareas se realizan en el marco del Proyecto Grupo de Investigación “Investigaciones sobre tecnologías aplicadas a la enseñanza del Dibujo Tecnológico y de la Hidráulica en la Ingeniería” del Departamento de Ingeniería de la UNS, en el que desde hace dos décadas se vienen desarrollando recursos didácticos destinados a estudiantes de Ingeniería.

Estos recursos, tanto físicos como virtuales, se diseñan específicamente para tratar determinadas temáticas, resolver algunas dificultades y apuntan a motivar y despertar el interés de los estudiantes.

### *Tubo Prandtl. Conceptos.*

El tubo Prandtl combina en un único instrumento un tubo Pitot y un tubo piezométrico y conectado a un manómetro diferencial mide la presión dinámica. Sirve para medir la velocidad de la corriente

y el caudal. En la figura 1 se muestra un tubo Prandtl introducido en una corriente de fluido de densidad  $\delta$  conectado a un manómetro diferencial [2].

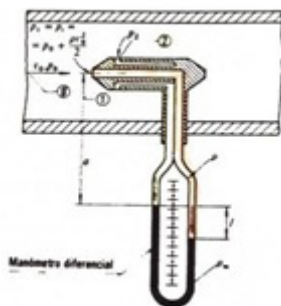


Figura 1. Tubo Prandtl. Fuente [2].

En la clase de Laboratorio se emplea el recurso didáctico mencionado (sistema didáctico de experimentos en aerodinámica) con el objetivo de desarrollar (o avanzar) en el “Trabajo Práctico de Laboratorio N 2: Medidor Venturi”, específicamente para profundizar en la “Segunda Parte: Variación de presiones y velocidades en un tubo Venturi”. La experiencia se realiza en un tubo Venturi conectado en uno de sus extremos a un soplante -que genera una circulación de aire a caudal constante- y en el otro extremo, donde sale el fluido, a un tubo de Prandtl que adosado a un manómetro diferencial medirá la velocidad en el punto de salida. El Tubo Prandtl es un instrumento muy utilizado en los laboratorios para medir velocidades en líquidos y gases, siendo el instrumento estándar para medir la velocidad del aire en aerodinámica [6].

### *Croquizado y medición del tubo*

En primer lugar, se procede a desinstalar el tubo Prandtl original del sistema didáctico de experimentos en aerodinámica para poder manipularlo con facilidad. Figura 2.



Figura 2. Tubo Prandtl original.

A continuación, se realiza un croquis a mano alzada teniendo en cuenta las vistas y cortes necesarios para determinar toda su forma y dimensiones.

Luego con un calibre se procede a tomar sus medidas con una precisión de la décima de milímetro para poder acotar el dibujo.

### *Modelado con un programa CAD*

Para realizar el modelado sólido del objeto se utiliza un *software* de CAD, en este caso *AutoCAD*, empleando el espacio de trabajo de modelado en 3D. Se emplean principalmente herramientas de generación de sólidos por extrusión, sólidos predeterminados y ediciones de sólidos.

En primer lugar, se conforma la pieza completa basándose en el croquis realizado previamente. Se utiliza un lenguaje de colores para diferenciar la parte correspondiente al tubo piezométrico, en color verde, de la parte del tubo Pitot, en color rojo. Figuras 3 y 4.

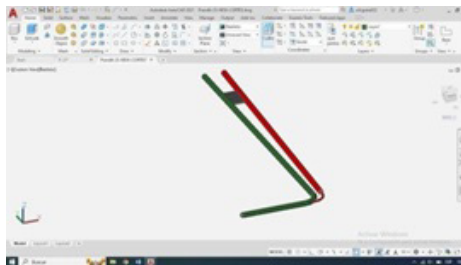


Figura 3. Prandtl modelado en *AutoCAD*.

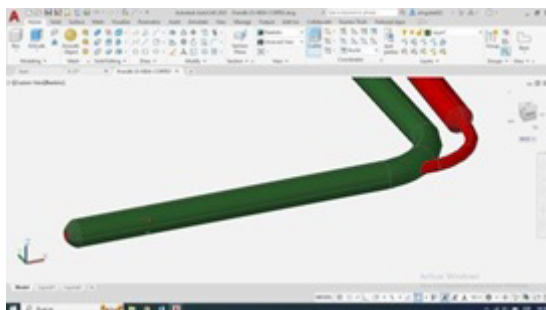


Figura 4. Detalle tubo Prandtl modelado.

A continuación, empleando el comando de corte tridimensional de *AutoCAD* se procede a seccionar digitalmente al modelo con una serie de planos pasantes por el centro de los orificios para que de esta forma aflore al exterior la parte interna del instrumento.

En la figura 5 se observa un primer corte efectuado con un plano vertical pasante por el centro de dos de los orificios correspondientes al piezómetro.

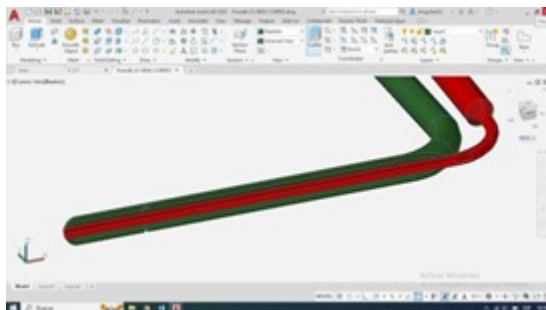


Figura 5. Corte vertical del modelo.

En la figura 6 se muestra un segundo corte realizado con otro plano vertical, perpendicular al anterior, que pasa por seis orificios y permite visualizar la forma concéntrica en que está dispuesto el tubo Pitot dentro del tubo piezométrico.

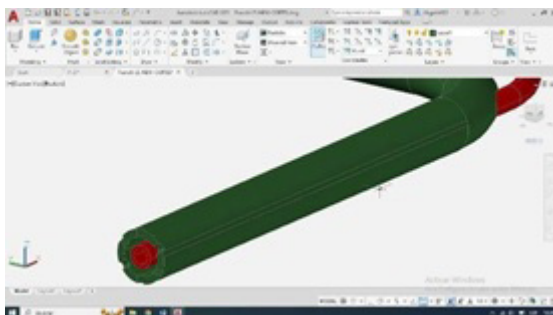


Figura 6. Segundo corte vertical.

### *Aplicación para visualizar en forma tridimensional*

Para la visualización tridimensional de los modelos se selecciona la aplicación *DWG FastView* disponible para *android* e *iOS*, que ofrece la ventaja de ser completamente gratuita y compatible con formato de archivos *DWG* y *DXF* en forma bidimensional y tridimensional. Esta aplicación se instala en una tableta digitalizadora para poder visualizar los modelos tridimensionales, rotarlos, acercarlos o alejarlos, en forma táctil, sin la necesidad de tener instalado el programa con el cual fueron hechos.

En la figura 7 se muestra la tableta con el visualizador activo. Asimismo, esta aplicación puede instalarse en dispositivos celulares móviles.

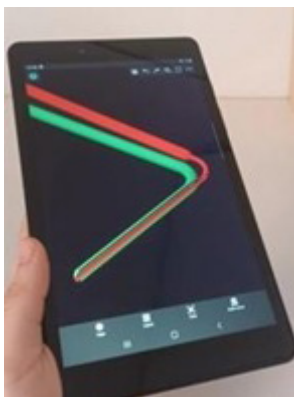


Figura 7. Visualización del modelo con tableta.



## *Impresión tridimensional*

A partir del modelo entero del tubo, realizado previamente con el programa CAD, se genera un archivo en formato STL (*Standard Triangle Language*) que sirve para concretar la impresión tridimensional.

Este archivo STL genera una geometría triangulada de la pieza que luego permite a la impresora discretizar el modelo en capas y construir la maqueta capa a capa [7].

Se emplea una impresora de tecnología de modelado por deposición fundida FMD (*Fused Deposited Modeling*) modelo *Artillery Hornet* que trabaja fundiendo ácido poliláctico (PLA) y que por medio de una boquilla caliente lo va depositando en forma de hilo a través de sucesivas capas.

El modelo se imprime en color verde y luego se pinta en color rojo solamente la parte que corresponde al tubo Pitot. Figura 8.



Figura 8. Modelo impreso en 3D.

## **Experiencia didáctica**

Durante el cursado de la materia Hidráulica General, en el segundo cuatrimestre de 2024, se realiza una experiencia didáctica de implementación del recurso elaborado.

En primera instancia, la docente responsable de cátedra realiza una explicación del Trabajo Práctico de laboratorio sobre el Medidor Venturi y de su segunda parte sobre el tema de Variación de presiones y velocidades en un tubo Venturi.

Durante la ejecución de la mencionada segunda parte, donde se utiliza el tubo Prandtl real adosado a un manómetro diferencial, los estudiantes también tienen a su disposición la tableta digitalizadora con el visor tridimensional instalado y pueden visualizar los modelos digitales del tubo Prandtl. Figura 9.



Figura 9. Estudiantes en el Laboratorio.

Desde allí visualizan los modelos cortados y su configuración interna que no es visible a simple vista. Asimismo, pueden rotarlos, aumentar o disminuir su tamaño, teniendo la posibilidad de analizarlos para comprender mejor la conformación geométrica y el funcionamiento del dispositivo.

También se dispone de la versión impresa completa del modelo, con lenguaje de colores, para que los estudiantes puedan manipularla e inspeccionarla físicamente.

## Conclusiones

Con la implementación de estas tecnologías se abren nuevas posibilidades en muchas disciplinas, en particular en la enseñanza superior se genera la eventualidad de diseñar una gran variedad de recursos didácticos orientándolos a temáticas específicas.

Estas tecnologías son un instrumento para que el docente pueda generar nuevos recursos y estrategias para crear estímulos y experiencias activas.

Los modelos didácticos tridimensionales del tubo Prandtl son una ayuda para que los estudiantes comprendan mejor tanto su configuración interna, oculta en el modelo real, como su funcionamiento.

Asimismo, este tipo de recurso es una herramienta de apoyo y

estimula el interés durante el desarrollo de las clases prácticas de Laboratorio.

En virtud de lo expuesto, actualmente las autoras se encuentran trabajando en la elaboración de otro modelo didáctico de un instrumento de medición denominado tubo Venturi.

## Agradecimientos

Las autoras desean agradecer a la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la UNS por la financiación del Proyecto de Grupo de Investigación “Investigaciones sobre tecnologías aplicadas a la enseñanza del Dibujo Tecnológico y de la Hidráulica en la Ingeniería”, en el marco del cual se realizó este trabajo.

## Referencias

- [1] De la Cruz-Campos, J. C., Campos- Soto, M. N., Rodríguez-Jiménez, C. y Ramos Navas-Parejo, M. (2022). Impresión 3D en educación. Perspectiva teórica y experiencias en el aula. *Revista Centra de Ciencias Sociales*, 1(1), 67-80. <https://doi.org/10.54790/rccs.16>
- [2] Mataix, C. (1982). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. México, D.F.: Oxford University Press México: Alfaomega
- [3] Erazo-Arteaga, Víctor A. (2022). Computer-aided design, manufacturing, and analysis (CAD/CAM/CAE) and other digital manufacturing product development techniques in Latin America. *Información tecnológica*, 33(2), 297-308. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000200297>
- [4] Saorín Pérez, J. L., de La Torre Cantero, J., Martín Dorta, N. N., Carbonell Carrera, C. y Contero González, M. (2011). Tabletas digitales para la docencia del dibujo, diseño y artes plásticas, en Barrios Vicente, I. M. (Coord.) *Mujeres y la sociedad de la Información*. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 12, nº 2. Universidad de Salamanca, pp. 259-279.
- [5] Wang, J.; Golly, N. C.; Herren, B.; Macdonald, J. I.; Siddique, Z.; Liu, Y. (2019), Enhancing Mechanical Engineering Education with an Integrated 3-D Printing Approach. *ASME Annual Conference & Exposition*. Tampa, Florida. 10.18260/1-2—32747
- [6] Fernández, S. N. (2022). *Laboratorio de hidráulica: trabajos prácticos*. Primera Edición. Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns, 2022. 53 páginas. ISBN: 978-987-655-302-5. Colección Ciencia y Tecnología.
- [7] Dominguez, I.A., Romero, L., Espinosa, M.M., Dominguez, M. (2013). Impresión 3D de maquetas y prototipos en arquitectura y construcción, *Revista de la construcción*, Vol. 12, N°.2. Versión On-line. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200004>.

# **Innovación educativa en Anatomía Veterinaria: recurso audiovisual interactivo didáctico en educación superior**

*Carina Gramaglia,<sup>1</sup> Leandro Palmieri,<sup>2</sup>  
María Angélica Althaus,<sup>3</sup> Gabriela Aressi,<sup>4</sup> Rocío Mendoza<sup>5</sup>*

## **Resumen**

El presente artículo describe la implementación de un Recurso Audiovisual Interactivo Didáctico para la enseñanza de anatomía veterinaria en la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Litoral. El RAID diseñado y desarrollado permite explorar en 3D los sistemas; muscular, óseo, respiratorio y digestivo de un canino, ofreciendo funcionalidades como rotación de 360°, zoom y descripciones textuales y auditivas. La iniciativa, desarrollada por un equipo interdisciplinario de docentes de la asignatura Anatomía Veterinaria I e integrantes del Centro de Innovación Tecnológica incluyó las etapas de diseño, desarrollo e implementación. Se produjo una aplicación multiplataforma. Asimismo, se diseñaron instrumentos de evaluación específicos para analizar la percepción y experiencia de los alumnos en el uso de dicho recurso. La experiencia involucró a 146 estudiantes y fue evaluada en aspectos técnicos, estéticos, usabilidad y contenido. Los resultados fueron en general positivos, destacando el diseño innovador, la claridad informativa y la promoción del autoaprendizaje. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora en calidad de imágenes, estabilidad técnica y accesibilidad. El RAID demostró ser una herramienta eficaz para fortalecer el aprendizaje de contenidos de anatomía veterinaria, marcando un avance significativo en la integración de tecnologías en la educación superior.

---

1. Centro de Innovación Tecnológica (CITec). Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Mail: cgramaglia@fcv.unl.edu.ar

2. Centro de Innovación Tecnológica (CITec). Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Mail: leandropalmieri22@gmail.com

3. Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Mail: marialthaus@hotmail.com

4. Centro de Innovación Tecnológica (CITec). Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Mail: garessi@fcv.unl.edu.ar

5. Centro de Innovación Tecnológica (CITec). Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV). Universidad Nacional del Litoral (UNL). Mail: rociomendoza.citec@gmail.com

**Palabras clave:** Tecnología, Educación, Anatomía, Recurso, Innovación

## **Anatomía veterinaria y tecnología**

La anatomía veterinaria constituye una disciplina esencial en la formación del profesional en Medicina Veterinaria. Según Pérez, G. (2014) “el estudio de la Anatomía Veterinaria posibilita el conocimiento de la forma y estructura macroscópica de órganos y sistemas, así como su organización y relación dentro del organismo animal de las diversas especies domésticas”. Se trata de un área de conocimiento clave en Medicina Veterinaria donde la enseñanza y aprendizaje de los sistemas y órganos representa un desafío, su estudio implica un proceso progresivo donde se identifican los sistemas y sus funciones generales, se examinan los órganos en su contexto anatómico y, se profundiza en la estructura microscópica de los tejidos, estableciendo la relación entre estructura y función fisiológica.

En este contexto educativo, la tecnología se presenta como una posible herramienta para fortalecer este proceso, Aguilar, M. (2012) expone “han logrado convertirse en instrumentos educativos, capaces de mejorar la calidad educativa del estudiante, revolucionando la forma en que se obtiene, se maneja y se interpreta la información”. En consonancia, el autor Amador, Y. (2015) señala “las TIC son un medio de expresión para la creación de textos, gráficos, páginas web, presentaciones multimedia y vídeos”. Esta integración no solo fortalece la comprensión, sino que afianza la retención de información al activar múltiples canales sensoriales.

Según la autora Trelease, R. (2016) “La transición de las herramientas de enseñanza tradicionales, como pizarrones y diapositivas, a los recursos digitales ha revolucionado la educación en Anatomía, ofreciendo experiencias de aprendizaje interactivas e inmersivas”.

En el estudio de la anatomía, estos recursos facilitan una exploración más intuitiva y significativa, mejorando la asimilación del conocimiento. Los modelos 3D y simulaciones interactivas brindan esta posibilidad para la exploración de órganos, sistemas y estructuras desde diferentes ángulos, facilitando la comprensión espacial y complementando las explicaciones textuales.

“Las herramientas digitales, como las mesas de disección virtuales y los modelos anatómicos 3D, brindan a los estudiantes oportunidades de explorar estructuras anatómicas de maneras que antes eran imposibles con los métodos tradicionales” (Trelease, R. 2016).

Considerando estas características se propone generar un Recurso Audiovisual Interactivo Didáctico (RAID) con la finalidad de facilitar la visualización, exploración y comprensión dinámica de estructuras complejas y su relación funcional en los sistemas anatómicos de un canino e innovar la estrategia didáctica utilizada acercando los contenidos de osteología y miología del mismo, contenidos incluidos en la planificación con la finalidad de fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es un recurso educativo digital que permite a los usuarios explorar interactivamente cuatro sistemas de la anatomía de un canino en tres dimensiones: muscular, óseo, respiratorio y digestivo. El usuario accede a cada una de sus partes y visualiza su descripción. Permite girar todas las imágenes en 360°, acercarla y alejarla. Se citan antecedentes como lo son las experiencias presentadas por Arango, L. et al. (2021); Galván et al. (2000), Grisolia, M. et al. (2024); Fioretti, C. et al. (2024) y Quintana- Suárez et al. (2024) que describen propuestas educativas innovadoras en el ámbito de las ciencias veterinarias.

En este contexto, se presenta este trabajo que describe una experiencia educativa mediada por tecnología, desarrollada a partir de la colaboración entre integrantes del Centro de Innovación Tecnológica (CITec) y docentes de la asignatura Anatomía Veterinaria I, de la carrera de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL).

## **Propuesta de innovación educativa**

En el marco de la convocatoria a proyectos institucionales de práctica educativas innovadoras, ejecutada en el año 2022, por el Centro de Innovación Tecnológica (CITec) de la Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) docentes de la asignatura Anatomía Veterinaria I con integrantes del área de Producción del Centro ejecutan el proyecto “Anatomía 3D de un canino”. El propósito de esta propuesta se focalizó en fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos disciplinarios de Anatomía Veterinaria I con la integración de tecnología. En esta oportunidad se diseñó y desarrolló un Recurso Audiovisual Interactivo Didáctico (RAID) orientado a facilitar la visualización, exploración y comprensión dinámica de estructuras anatómicas en sistemas del canino. Este recurso educativo permite a los usuarios explorar interactivamente cuatro sistemas de la anatomía de un canino en tres dimensiones: muscular, óseo, respiratorio y digestivo. El usuario

accede a cada una de sus partes y visualiza su descripción. Permite girar todas las imágenes en 360°, acercarla y alejarla.

## **El proyecto**

El proyecto inició con la conformación de un equipo interdisciplinario, integrado por médicos veterinarios, docentes de la asignatura, especialistas en tecnología educativa e informáticos quienes, luego de analizar la demanda y las posibilidades que el Centro podía brindar en cuanto al desarrollo de la tecnología determinaron los siguientes objetivos específicos: - Resaltar las principales características morfológicas de los diferentes grupos musculares, posibilitando una visión 3D que permita una mejor comprensión de la conformación anatómica. - Definir la conformación general del esqueleto del canino y describir cada elemento óseo con sus principales accidentes. - Producir un recurso que permita acceder a los distintos sistemas y sus partes en tres dimensiones y compartirlos con los estudiantes para fortalecer su aprendizaje. - Obtener las percepciones de los estudiantes acerca de lo producido y su impacto.

## **Etapas de diseño**

Se realizó un primer encuentro entre los actores involucrados con la finalidad de comunicar expectativas, necesidades específicas y compartir los objetivos para llevar adelante la iniciativa. Se consensuó la planificación del proyecto, estableciendo el cronograma de trabajo.

La etapa de diseño incluyó la adquisición de un modelo de referencia de un canino. Se identificó y seleccionó un modelo anatómico realista previa revisión de los docentes de Anatomía para garantizar la fidelidad anatómica del mismo.

Posteriormente, se realizó una selección de los sistemas anatómicos considerando la relevancia curricular y la complejidad de visualización mediante métodos convencionales. Para cada sistema, se determinaron los órganos y estructuras específicas a incluir, registrando la descripción textual de cada órgano basado en la bibliografía provista por el equipo docente. Estos textos se utilizaron para incorporar en el modelo de manera que sean posible de acceder a ellos mediante su lectura como así también, en formato de audio, para facilitar la identificación y comprensión de cada parte.

## **Etapas de desarrollo**

Una vez completada la etapa de diseño se procedió al ensamble y desarrollo final el cual implicó la integración de todos los componentes en una aplicación funcional, asegurando una experiencia educativa intuitiva y rigurosa. Este proceso incluyó las siguientes etapas:

- Diseño de identidad visual y placas informativas e interactivas, que visualizan con coherencia gráfica y pedagógica las imágenes anatómicas, textos descriptivos y etiquetas identificatorias. Cada placa fue diseñada para incluir la información de la función desde lo general a lo específico. Se hizo especial cuidado en la legibilidad tipográfica, el contraste de colores y la ubicación estratégica de los elementos, permitiendo una navegación fluida.
- Ensamble anatómico, se integraron los órganos y sistemas, respetando rigurosamente posición, relaciones espaciales, orientaciones y conexiones.
- Implementación de interactividad, se habilitaron funciones de interactividad, como la posibilidad de aislar un órgano y visualizarlo más detenidamente mediante herramientas de zoom/rotación que facilitan el estudio autónomo.
- Desarrollo multiplataforma, posteriormente se generó la aplicación (app) multiplataforma, para web y dispositivos móviles, que centraliza todos los recursos. La app permite explorar los sistemas anatómicos en 3D, oír las descripciones grabadas y acceder a la lectura de las placas informativas. Se priorizó una interfaz intuitiva, con menú clasificado por sistemas. La tecnología utilizada aseguró compatibilidad incluso en equipos de gama media.
- Instrumentos de evaluación, para finalizar esta etapa, se procedió a la creación de dos instrumentos de evaluación. Con la finalidad de valorar el impacto pedagógico se creó un cuestionario que incluyó interrogantes acerca de los conocimientos adquiridos, específicos de la asignatura. En consonancia, se creó un formulario de encuesta con Google Forms para evaluar la eficacia del recurso producido.

## **Etapas de ejecución**

Se procede en esta etapa al desarrollo de la práctica educativa mediada por el recurso digital producido.

Disposición del recurso: En primera instancia, se incorporó la app en el Ambiente Virtual de la asignatura para los estudiantes



asegurando su accesibilidad. Además, se generó su correspondiente tutorial de instalación y uso.

**Organización didáctica:** A continuación, el equipo coordinó la organización de fechas, horarios y comisiones estableciendo una secuencia didáctica, citando a los alumnos para el desarrollo de la práctica.

**Práctica educativa mediada por tecnología:** Los encuentros iniciaron con la presentación del centro y su misión en la institución, destacando el trabajo en equipo y el carácter innovador del proyecto. Seguidamente se explicó el proceso de creación del recurso. Paso siguiente estudiantes adscriptos procedieron a la comunicación formal de la práctica mediante una proyección que visualizaba el recurso y la metodología de uso. Esta breve explicación incluyó una demostración del mismo, navegación por los sistemas, activación de narraciones y vista autónoma de cada órgano permitiendo el estudio y familiarización con la interfaz previa a la experiencia.

**Interacción guiada:** Luego de compartir las funciones de la app, los estudiantes exploraron los cuatro sistemas anatómicos ofrecidos: esquelético, muscular, nervioso y circulatorio. Cada sistema conformado por sus correspondientes órganos.

Mediante esta app el usuario puede seleccionar una estructura específica (por ejemplo, el fémur en el sistema esquelético) y acceder a la descripción textual y auditiva brindando información sobre la anatomía y función de la estructura, además, la interacción con la app permite una visualización detallada con la posibilidad de acercar, alejar y rotar la estructura en 360°, permitiendo una observación precisa. Cada estructura brinda un contexto funcional con explicaciones acerca de cómo dicha estructura se relaciona con otros componentes del sistema.

## **Resultados**

Formaron parte de esta práctica educativa mediada con tecnología n=146 alumnos que cursaron la asignatura Anatomía Veterinaria I en el segundo cuatrimestre del año 2022 en la carrera de Medicina Veterinaria de la FCV- UNL. El formulario que abordó el recurso tecnológico creado con la aplicación Google Forms incluyó las siguientes dimensiones: aspectos técnicos y estéticos, aspectos relacionados al uso del recurso y aspectos relacionados al contenido. Se utilizó la siguiente escala conceptual: Excelente (E), Muy Bueno (MB), Bueno (B), Regular (R) y Malo (M).

Una vez finalizada la experiencia de los alumnos, se propuso

acceder a los instrumentos de evaluación que permitieron recabar información con el fin de verificar el cumplimiento de los objetivos.

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos del instrumento de evaluación que referenció el recurso “Anatomía 3D de un canino”.

**Tabla 1. Resultados encuesta  
“Anatomía 3D de un canino”**

<b>Dimensión</b>	<b>E</b>	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>R</b>	<b>M</b>
<b>Aspectos técnicos y estéticos</b>					
1. Funcionamiento	59	<b>67</b>	19	1	0
2. Diseño y presentación	49	<b>75</b>	21	1	0
3. Creatividad	<b>70</b>	59	16	1	0
4. Calidad de las imágenes	48	<b>58</b>	31	9	0
5. Organización de la información	42	<b>71</b>	30	3	0
6. Estabilidad	30	<b>69</b>	42	4	1
<b>Aspectos relacionados al uso del recurso</b>					
1. Claridad del recorrido (navegación)	28	<b>73</b>	43	2	0
2. Predisposición al autoaprendizaje	41	<b>70</b>	33	2	0
3. Integración de contenidos	40	<b>69</b>	32	5	0
4. Facilidad de acceso	30	<b>53</b>	43	19	1
5. Posibilidad de interacción	34	<b>72</b>	29	10	1
<b>Aspectos relacionados al contenido</b>					
1. Coherencia de la información	43	<b>81</b>	22	0	0
2. Fortalecimiento de conceptos	37	<b>74</b>	33	2	0
3. Promoción del aprendizaje significativo	36	<b>73</b>	36	1	0
4. Innovación en la presentación	<b>69</b>	52	24	1	0

El análisis de los resultados obtenidos a partir de la integración del RAID en la enseñanza de la Anatomía Veterinaria evidenció fortalezas significativas en diversos aspectos. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes organizados según las dimensiones evaluadas.

En relación a la dimensión “aspectos técnicos y estéticos” se evaluaron los siguientes criterios claves: Funcionamiento; la mayoría de los usuarios calificaron esta dimensión como Muy Buena (46%) y Excelente (40%), indicando un rendimiento adecuado del recurso. El

criterio de diseño y presentación obtuvo valoraciones mayoritarias en el concepto Muy Bueno (51%) y Excelente (34%), lo que refleja una presentación visualmente atractiva y bien estructurada. Con respecto a la creatividad, los alumnos destacaron, con 48% respuestas en Excelente y 40% en Muy Bueno, evidenciando un diseño innovador y atractivo. Ante la consulta de calidad de las imágenes se recibieron valoraciones variadas, con 33% en Excelente y 40% en Muy Bueno, aunque también con 21% votos en Bueno y 6% en Regular, lo que sugiere una oportunidad de mejora en la resolución o nitidez de las imágenes. En cuanto a la organización de la información, el 29% de los alumnos respondieron Excelente y el 49% Muy Bueno, en este aspecto se considera que la estructuración de los contenidos fue efectiva. En relación a la estabilidad, aunque la mayoría de las respuestas se ubicaron en el concepto Muy Bueno (47%) y Bueno (29%), algunos usuarios reportaron inestabilidad con 3% en Regular y 1% en Malo.

En cuanto a los aspectos relacionados con el “uso del recurso”. Ante la consulta acerca de la claridad del recorrido (navegación); los alumnos respondieron como Muy Bueno (50%) y Bueno (29%) en predominantemente calificado, lo cual indica que la navegabilidad es adecuada, aunque con margen de optimización. Acerca de la predisposición al autoaprendizaje, se destacó con 28% en Excelente y 48% en Muy Bueno, evidenciando que el recurso motiva el aprendizaje autónomo. En el descriptor integración de contenidos, se recibieron 27% respuestas en Excelente y 47% en Muy Bueno, mostrando una adecuada articulación de los conceptos. Con respecto a facilidad de acceso; aunque la mayoría de los usuarios lo calificaron como Muy Bueno (36%) y Bueno (29%), se identificó cierta dificultad con 13% de los alumnos que la calificaron como Regular y 1% Malo. Ante la posibilidad de interacción: el 23% de los alumnos la destacaron como Excelente y 49% Muy Bueno, aunque el 7% de los usuarios indicaron limitaciones con una calificación de Regular y 1% en Malo.

En los “aspectos relacionados con el contenido” se registraron los siguientes resultados; la primera consulta fue con respecto a coherencia de la información que fue altamente valorada, con 55% de los alumnos lo expresaron como Muy Bueno y 43 en Excelente, sin registros en Regular o Malo. El fortalecimiento de conceptos, se consideró adecuado, con 37 conceptos de Excelente y 74 en Muy Bueno. En relación a la promoción del aprendizaje significativo, obtuvo una evaluación favorable con 36 Excelentes y 29% Muy Bueno, indicando que el recurso favorece la comprensión profunda de los contenidos. Finalmente, en cuanto a la innovación en la presentación; 47% la

destacaron como Excelente y 36% Muy Bueno, lo que confirma su carácter innovador.

## Conclusiones

El RAID “Anatomía 3D de un canino” fue valorado positivamente en la mayoría de las dimensiones evaluadas, destacándose especialmente en diseño, creatividad y coherencia de la información. Sin embargo, se identificaron algunas áreas de mejora, como la estabilidad del sistema, la calidad de las imágenes y la facilidad de acceso. La implementación de esta tecnología ha demostrado ser una estrategia efectiva para potenciar el aprendizaje en anatomía veterinaria, facilitando la comprensión de estructuras tridimensionales y promoviendo un aprendizaje significativo.

El desarrollo de esta práctica resultó no solo en el fortalecimiento notable de la comprensión de los sistemas en la anatomía de un canino, sino que también fomentó el aprendizaje autónomo y el interés de los estudiantes en su crecimiento optimizando la eliminación de barreras de tiempo y espacio. La utilización del recurso en cualquier momento, dado su disponibilidad en el ambiente virtual de la asignatura, hizo posible la generación de un ambiente de aprendizaje más dinámico y estimulante, lo que puede contribuir al rendimiento académico.

Se visualiza la posibilidad de ser adaptado a otros contextos o contenidos posibilitando la inclusión de más sistemas. Incluso la posibilidad de integrar autoevaluaciones, como parte de la app, para reforzar el aprendizaje, ampliando su utilidad en la formación del futuro profesional.

El análisis de los resultados evidenció la trascendencia de integrar tecnología en el desarrollo de contenidos educativos orientados al aprendizaje de estudiantes de una generación “caracterizada por un carácter práctico, autodidacta, multitarea, globalizado, comprometidos con su entorno social y natural, emprendedores” (Alcaraz, J., 2022).

## Bibliografía

- Aguilar, M. (2012). Aprendizaje y Tecnologías de Información y Comunicación: Hacia nuevos escenarios educativos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 10 (2), 801- 811.
- Arango, L. J. T., & Quiceno-Zapata, S. (2021). Enseñanza y aprendizaje de la anatomía veterinaria a través de un enfoque didáctico multimodal. *Fondo Editorial Biogénesis*, 38- 38.

- Amador, Y. (2015). El uso de las TIC en la educación universitaria: motivación que incide en su uso y frecuencia. *Revista de lenguas modernas*, (22).
- Fioretti, C., Moine, R., Salvi, M., Grisolia, M., Gigena, S., Varela, M., & Sanchez, S. G. (2024). Adquirir saberes integrando conocimientos: estrategias innovadoras en la enseñanza de Medicina Veterinaria. *Contextos de Educación*, (36).
- Galván, S., Gimeno, M., Nuviala, J., Gil, J., Laborda, J., Andreotti, C. & Pastor, R. (2000). Potencialidades y limitaciones del uso de recursos multimediales en la enseñanza de anatomía veterinaria. *Revista chilena de anatomía*, 18 (1), 75-83.
- Pérez, Olmedo G. (2014). Manual de prácticas de anatomía descriptiva veterinaria y disecciones. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/2-Manual-de-practicas-de-anatomia-sistemica-descriptiva-veterinaria.pdf>
- Quintana-Suárez, M., Conde-Felipe, M., Ramírez, A., Carrascosa, C., Sanjuán, E., Pérez García, E., & Jaber, J. (2024). Innovación en la Enseñanza de Anatomía Veterinaria: Creación de Vídeos Educativos por Estudiantes como Herramienta de Aprendizaje en el Laboratorio.
- Trelease, R. (2016). De la pizarra, las diapositivas y el papel al aprendizaje electrónico: Cómo las tecnologías informáticas han transformado la educación en ciencias anatómicas. *Educación en ciencias anatómicas*, 9 (6), 583-602.

# **DARTA. Propuesta de formación a distancia en abordaje educativo-terapéutico basado en competencias y Tecnologías de Apoyo**

*Leandro H. Bassani,<sup>1</sup> Elsa B. Reyes,<sup>2</sup> Carlos G. Brito,<sup>3</sup>  
Darío Rodríguez<sup>4</sup>*

## **Resumen**

El presente trabajo se desarrolla en el marco de una propuesta de formación a distancia en metodología DARTA, un enfoque educativo-terapéutico basado en el aprendizaje de competencias y el uso de Tecnologías de Apoyo. La iniciativa forma parte de un proyecto del Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE) perteneciente al área de Educación a Distancia de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, con el propósito de capacitar a profesionales de la educación y la salud en la implementación de estrategias inclusivas. El curso tiene como objetivos comprender los fundamentos teóricos de DARTA, desarrollar habilidades para su aplicación en distintos contextos y explorar herramientas tecnológicas de apoyo a través del diseño de estrategias interdisciplinarias. La puesta en marcha se lleva a cabo mediante un curso/taller con modalidad a distancia en donde la evaluación de los aprendizajes considera la participación, la aplicación de la metodología y la percepción de los participantes del curso. Las conclusiones destacan la importancia de la formación profesional en metodologías inclusivas con soporte TIC y la importancia del aprendizaje personalizado y situado además de la necesidad de seguir investigando sobre la efectividad de DARTA.

**Palabras clave:** “DARTA”; “Tecnologías de Apoyo”; “Aprendizaje personalizado y situado”; “Coadaptación óptima” “Educación a distancia”.

---

1. Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE, UTN), Buenos Aires, Argentina. Mail: leandrohbassani@gmail.com

2. Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE, UTN), Buenos Aires, Argentina. Mail: elsareyes@frba.utn.edu.ar

3. Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE, UTN), Buenos Aires, Argentina. Mail: cgbrito@frba.utn.edu.ar

4. Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE, UTN), Buenos Aires, Argentina. Mail: drodriguez77@frba.utn.edu.ar

## 1. Introducción

### 1.1. *Presentación de la propuesta*

Esta iniciativa se desarrolla como parte de una oferta de formación denominada “Metodología DARTA: puntos de partida para un nuevo abordaje en el campo educativo- terapéutico”, en el contexto de un proyecto de investigación llevado a cabo por el Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE), dentro del área de Educación a Distancia (EaD) de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires.

La propuesta se imparte a través de la plataforma virtual de dicha área y tiene como objetivo introducir a las y los participantes del curso en los principios fundamentales de la metodología DARTA (Desarrollo de Apoyos y Ajustes Razonables con Tecnologías Asistivas), un modelo educativo-terapéutico basado en el aprendizaje de competencias y la integración de Tecnologías de Apoyo.

Los principales propósitos de la implementación de este curso/taller que desarrolle la metodología planteada es:

- Comprender los fundamentos del enfoque DARTA y su relevancia en el ámbito educativo-terapéutico, explorando sus bases teóricas y metodológicas.
- Desarrollar habilidades para aplicar DARTA en distintos contextos educativos y terapéuticos, promoviendo la inclusión y la autonomía de los estudiantes o pacientes.
- Explorar herramientas tecnológicas de apoyo que faciliten la implementación del enfoque DARTA, optimizando los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## 2. Fundamentos Teóricos

La metodología DARTA se basa en la interrelación de un conjunto de componentes o constructos teóricos, los cuales se integran para ofrecer una aproximación interdisciplinaria al aprendizaje y desarrollo de competencias en personas en situación de vulnerabilidad mediante el uso estratégico de Tecnologías de Apoyo.

Cabe aclarar, que la relación entre tales componentes no es arbitraria, sino que responde, en primer lugar, a un criterio de conjunción progresiva en donde el primer elemento (Modelo biopsicosocial) no solo abarca a los restantes, sino que también contribuye a resignificarlos

de una manera más específica. En segundo lugar, dicha figura también intenta graficar al modelo DARTA, como una Propiedad Emergente\*\*, producto de la interrelación que se establece entre la Tecnología Educativa, la Educación Inclusiva y la Planificación Centrada en la Persona (PCP) Por último, cabe mencionar que la estructura visual de la *Figura 1* guarda gran similitud con la del modelo TPACK propuesto por [1], debido a que ambas pretenden mostrar el mismo tipo de relación entre los componentes que la integran.

A continuación, se presentan y detallan (fig. 1) estos componentes fundamentales:

- El Modelo Biopsicosocial.
- El Modelo de Calidad de vida (de Schalock & Verdugo).
- La Planificación Centrada en la Persona.
- La Educación Inclusiva y la Tecnología Educativa.
- La Educación Basada en Competencias.

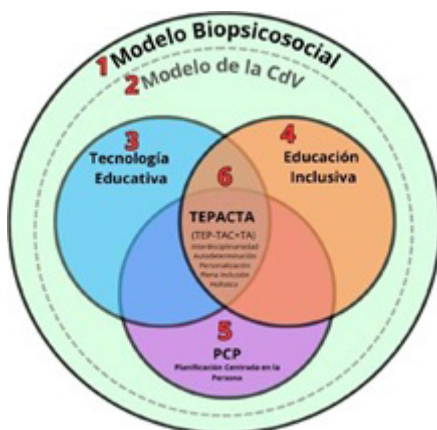


Figura 1 - Fundamentos Teóricos de la metodología DARTA.

### 2.1. El modelo biopsicosocial

El modelo biopsicosocial fue propuesto en 1977 por el Psiquiatra George Libman Engel como alternativa al modelo biomédico, el cual “no trata de manera adecuada factores individuales y sociales relevantes en la determinación [de los estados de salud]” [2]. En contraposición a esto, Engel consideraba que “todos los fenómenos importantes relativos a la salud participaban de aspectos biológicos, pero también psicológicos y de carácter social” [3].



Así, el estado de salud deja de estar signado única y exclusivamente por la biología, y se empieza a considerar la existencia de “otros aspectos que conforman un todo y lo fortalecen o debilitan en la medida en que sean articulados y tenidos en cuenta” [4].

Desde esta perspectiva, el estado de salud es entendido como un concepto multidimensional en el que aspectos biológicos, psicológicos y sociales interactúan y se interrelacionan para determinar el nivel de funcionamiento de cada persona, el cual, según [5], hace referencia a la capacidad de un individuo para realizar actividades cotidianas y participar en la vida social, considerando tanto sus capacidades físicas y mentales como la influencia del entorno. Por esta razón, el nivel de funcionamiento de una persona puede considerarse un indicador significativo tanto de su estado de salud, como de su CdV.

Bajo esta definición, el nivel de funcionamiento puede interpretarse como un conjunto de competencias que capacitan a una persona para realizar diversas acciones. Esto sugiere que el desarrollo de ciertas competencias puede contribuir a mejorar dicho funcionamiento y, en consecuencia, la calidad de vida del individuo.

## *2.2. El modelo de Calidad de Vida (de Schalock & Verdugo)*

La calidad de vida, por su parte, es un concepto que no se limita únicamente a las condiciones materiales de una persona, sino que también incluye su bienestar general y satisfacción en diversas dimensiones de su vida.

Siguiendo a la OMS (1995) se puede entender a la calidad de vida como la percepción que una persona tiene de su lugar en la vida, en un contexto determinado y en el marco de un sistema de valores que dan sentido a sus propias metas y expectativas. Involucra aspectos tanto objetivos (indicadores y condiciones objetivas de vida) como subjetivos (autopercepción y valoraciones personales), por ejemplo: la salud física, el estado psicológico, el nivel de independencia, las relaciones sociales y las relaciones con el ambiente.

No obstante, más allá de concebir una definición del concepto de CdV, lo importante según [6] es poder “acordar las dimensiones e indicadores centrales de una vida de calidad, así como varios principios que establecen cómo entender la calidad de vida”. Las dimensiones básicas son entendidas como un conjunto de factores que conforman el bienestar personal, mientras que los indicadores de la CdV son definidos como “percepciones, conductas o condiciones específicas de las dimensiones de CdV que reflejan el bienestar de una persona” [6].

De esta forma, estos autores, proponen un modelo de calidad de vida que se operativiza a partir de ocho dimensiones básicas y sus respectivos indicadores, tales dimensiones son: Bienestar emocional, Relaciones interpersonales, Bienestar material, Desarrollo personal, Bienestar físico, Autodeterminación, Inclusión social y Derechos.

Así entendida, al poseer elementos en común con el concepto de estado de salud, la calidad de vida posee una fuerte influencia en la configuración de éste y, en definitiva, sobre los aspectos biológicos, psicológicos y sociales que conforman la realidad biopsicosocial de la persona, tal y como se expone en la Figura 2.

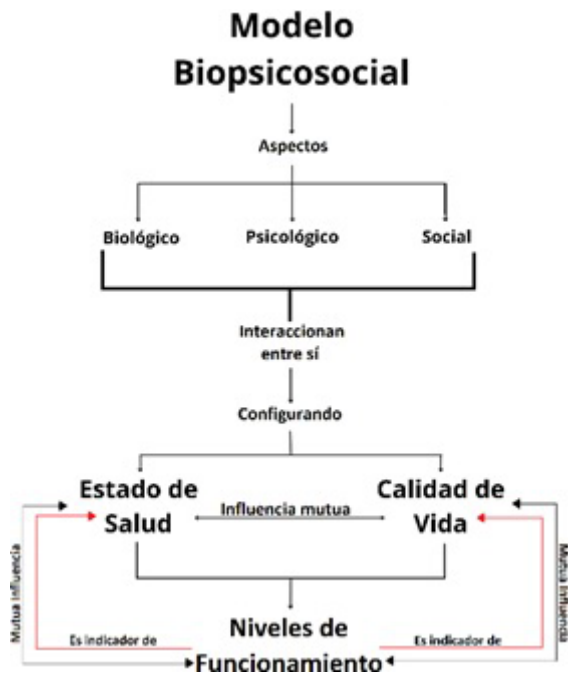


Figura 2 - Relación entre el modelo biopsicosocial, el estado de salud y la calidad de vida.

2.3. La Planificación Centrada en la Persona

La planificación Centrada en la Persona (PCP) implica antes que nada un cambio de paradigma, en donde el centro de todo proceso educativo-terapéutico, deja de estar ocupado por el profesional y pasa a ser habitado por el beneficiario junto con sus intereses, objetivos y

expectativas particulares. Este cambio en la centralidad de los procesos educativos y terapéuticos, pone de manifiesto el derecho que posee la persona beneficiaria a la autodeterminación, que no es ni más ni menos que la “capacidad de una persona para decidir por sí misma” [7]. aspectos relativos al rumbo de su propia vida.

De esta forma, la PCP propone una construcción conjunta, entre el profesional y el beneficiario (y su familia o círculo de apoyo inmediato), de un plan de vida basado en “valores y en el empoderamiento de la persona, para ayudarla a construir su propio proyecto de vida plena, de felicidad” [8] Es por ello que “el profesional que diseña una PCP no piensa *en reemplazo* de la Persona (...) sino junto con ella: piensan juntos” [9] lo cual implica “el reconocimiento de la dignidad de cada persona” [8].

En base a estos elementos, se define a la PCP “como:

Un proceso continuo de escucha, centrado en los intereses de cada persona, en sus capacidades y en sus expectativas y sueños, que genera acciones concretas para un cambio personal y social, contando con el compromiso de los miembros del grupo de apoyo y asegurando el protagonismo y participación activa de la persona para establecer y perseguir metas personales [8]

De esta forma, el beneficiario ocupa el protagonismo y la centralidad dentro del proceso de intervención, siendo un co-partícipe necesario en la toma de decisiones respecto del mismo.

#### *2.4. Educación Inclusiva y Tecnología Educativa*

A efectos del presente documento, no se busca restringir los conceptos de educación y educación inclusiva a la simple noción de escolarización o educación obligatoria. Por el contrario, se propone una comprensión más amplia y profunda de ambos términos, en los que se reconoce que la educación, en todas sus formas, constituye un proceso integral, continuo y a lo largo de toda la vida, que concierne a todos los individuos. Así, desde el presente trabajo, se asume que la educación inclusiva no se limita únicamente al ámbito escolar, sino que se extiende a la participación activa en la sociedad, promoviendo la autodeterminación y el desarrollo personal, social y cultural de todas las personas sin distinción, a través de diferentes procesos de aprendizaje tanto en contextos formales, como no formales e informales.

Desde este marco más amplio, la educación se concibe como un constructo que incluye tanto al individuo como a su medio social [10].

Por ello, se la entiende como un proceso transformador y socializador que permite al individuo desarrollar las competencias necesarias para alcanzar su autorrealización a través de una mejor adaptación al entorno y una más eficaz adaptación del entorno a sus necesidades particulares, a la vez que lo incluye en la cultura y sociedad mediante la transmisión de conocimientos, valores y normas que reproducen y adaptan las condiciones sociales e ideológicas de su tiempo histórico.

Siguiendo esta línea de pensamiento, la educación inclusiva se erige como un modelo educativo orientado “a garantizar el acceso a una educación de calidad para [todas las personas], asegurando la eliminación de [todo tipo de] barreras y aumentando la participación para el logro de los mejores aprendizajes [a lo largo de toda la vida]” [11].

En este contexto, la Tecnología Educativa, vista como un campo de conocimiento que se propone promover “el desarrollo de propuestas de acción basadas en disciplinas científicas referidas a las prácticas de enseñanza que, incorporando todos los medios a su alcance, dan cuenta de los fines de la educación en los contextos socio históricos que le otorgan significación” [12] juega un papel clave en la habilitación y despliegue de procesos de aprendizaje inclusivos y flexibles que permitan el empoderamiento de los más vulnerables.

De esta forma, la Tecnología Educativa se configura como el marco teórico/práctico más idóneo desde el cual poder comprender los diferentes usos que tienen y pueden llegar a tener las TIC en el ámbito educativo-terapéutico. Particularmente, en lo que refiere a su potencial uso como Tecnologías de Apoyo.

#### *2.4.1. Tecnologías de Apoyo*

Desde la perspectiva de la metodología DARTA y bajo el encuadre de la Tecnología Educativa, adquiere particular relevancia el concepto de Tecnologías de Apoyo (TA), las cuales pueden ser entendidas como “cualquier producto, instrumento, equipo o tecnología adaptada o diseñada específicamente para mejorar el funcionamiento de una persona con discapacidad” [5] o que, podríamos agregar, perteneciendo a un grupo vulnerable, pueda beneficiarse de las mismas.

De esta definición es posible deducir que cualquier TIC puede convertirse de hecho en una Tecnología de Apoyo, ya que lo que define a ésta última no es necesariamente la finalidad que le dieran sus creadores, sino más bien el uso que, bajo determinados objetivos pedagógico-terapéuticos, puedan darle educadores y terapeutas en

determinadas situaciones y contextos. Estas tecnologías pueden ser tanto productos físicos, como sillas de rueda, prótesis, ortesis o ayudas auditivas como los audífonos, o productos digitales, tales como softwares de comunicación aumentativa y alternativa, lectores de pantalla y conversores de audio a texto, etc.

#### *2.4.2. Transposición Tecnológica de Apoyo*

Podemos entender a la Transposición Tecnológica de Apoyo (TTA) como el proceso general por medio del cual, una tecnología cualquiera puede ser reconvertida funcionalmente en una Tecnología de Apoyo mediante una serie de pasos que se detallan a continuación.

Cabe aclarar que, si bien la TTA no es de aplicación obligada en una intervención basada en metodología DARTA, si representa una opción ideal para el profesional que requiera transformar funcionalmente una Herramienta TIC en una auténtica Tecnología de Apoyo.

En cuanto a los fundamentos teóricos en los cuales se inspira la TTA, podemos señalar, en primer lugar, al concepto educativo de *Transposición Didáctica*, el cual según [15] es el trabajo que realiza un docente para convertir, por medio de un conjunto de transformaciones adaptativas, un contenido del saber en un contenido a enseñar.

En segundo lugar, es importante mencionar como antecedentes de la TTA, dos importantes modelos para la implementación de las Tecnologías de Apoyo: el Modelo de Actividad Humana y Tecnología Asistivas (HAAT), propuesto por Cook y Hussey, y el modelo de Tecnología Centrada en La Persona, planteado por la organización Plena Inclusión España.

#### *2.4.3. Pasos para llevar a cabo la TTA*

A continuación, se detallan los pasos a seguir para la conversión de cualquier herramienta TIC en una Tecnología de Apoyo (Fig. 3)

Paso 1 - Identificación del objetivo: en el marco de la Metodología DARTA, serán los objetivos dimensionales específicos.

Paso 2 - Identificación de necesidades: ¿Cuáles son las necesidades del beneficiario que se requieren satisfacer para que los objetivos puedan ser cumplimentado?

Paso 3 - Identificación de obstáculos: comprender cuales son las barreras del contexto y las limitaciones personales que obstaculizan la satisfacción de la necesidad detectada.

Paso 4 - Análisis del entorno: evaluar el ámbito en el que se uti-

lizará la tecnología (hogar, escuela, trabajo, etc.) y las condiciones específicas del usuario.

**Paso 5 - Selección de la tecnología:** elegir una tecnología que tenga el potencial de satisfacer las necesidades detectadas y eliminar o mitigar los obstáculos identificados.

**Paso 6 - Realización de adaptaciones:** aquí se realizan las adaptaciones necesarias para que la tecnología cumpla su propósito como tecnología de apoyo. Estas adaptaciones requieren de un enfoque centrado en el usuario. Incluyen:

- Adaptaciones físicas (de Hardware):
- Adaptaciones digitales (de software):
- Modificaciones metodológicas.

**Paso 7 - Implementación y seguimiento:** en esta etapa, la tecnología adaptada se integra a la vida del usuario, debiéndose realizar un seguimiento que permita evaluar su funcionalidad en la práctica concreta, su utilidad y su sostenibilidad:

- Realización de pruebas piloto en entorno reales para validar la eficacia de la tecnología adaptada en las actividades cotidianas del usuario.
- Capacitación y acompañamiento: enseñar al usuario y a su familia, cómo utilizar la tecnología adaptada de manera efectiva.
- Ajustes posteriores: realizar ajustes basados en la retroalimentación que se obtenga tanto el usuario como su familia, para poder así optimizar así la experiencia.



Figura 3 - Etapas de la Transposición Tecnológica de Apoyo.

## *2.5. Educación Basada en Competencias, apoyos y Ajustes Razonables*

Se puede definir el concepto de apoyo como “una acción que se planifica, se implementa y se evalúa” [16] y que comporta un conjunto de andamiajes, ayudas, recursos y estrategias que tienen por objetivo aumentar las posibilidades de participación y aprendizaje de las personas. En tanto, las Configuraciones de Apoyo, hacen referencia a la combinación en red, de una serie de apoyos, estrategias, recursos y tecnologías que se adaptan a las necesidades específicas de una persona para promover su inclusión, participación y autonomía.

Siguiendo a [9], para que una acción o actividad pueda considerarse como un apoyo, debe cumplir con cinco criterios:

1. **Actividad:** un apoyo es antes que nada una praxis, es decir, implica una acción, ejercida por una persona y destinada a otra persona.
2. **Vínculo:** un apoyo en un vínculo entre personas, ya que posibilita la participación y la socialización con otros.
3. **Personalización:** un apoyo es una actividad pensada desde y para las necesidades y características de una persona en particular y en tal sentido, no es universal sino más bien situado y contingente.
4. **Planificación:** un apoyo no es algo improvisado, sino que requiere de una planificación previa.
5. **Evaluación:** los apoyos no son fijos y permanentes sino dinámicos y cambiantes ya que responden a la evolución y desarrollo de la persona. En tal sentido, es fundamental su evaluación periódica a fin de determinar su continuidad, su finalización o su nivel de intensidad; realizando los ajustes oportunos cuando sea necesario.

Así mismo, el concepto de Ajuste Razonable puede ser entendido, según [17], como “las modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas [del contexto] que no impongan una carga desproporcionada o indebida, cuando se requieran en un caso particular, para garantizar a las personas con discapacidad [o con dificultades e impedimentos derivados de su situación de vulnerabilidad] el goce o ejercicio, en igualdad de condiciones con las demás, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales”

En este sentido, [18] señalan la existencia de tres cursos de acción posibles cuando una discapacidad impone limitaciones que incapacitan al individuo:

- Promover la restauración de las habilidades perdidas. Lo cual se podría lograr mediante procesos de rehabilitación que incluyan la configuración e implementación de Apoyos.
- Cambiar las circunstancias ambientales para que el impacto de la discapacidad sea eliminado o disminuido, lo cual podría lograrse por medio de la implementación de Ajustes Razonables.
- Compensar las limitaciones o deficiencias personales a través del desarrollo de nuevas competencias en la persona, lo cual podría llevarse a cabo a través de lo que se conoce como Educación Basada en Competencias.

Si bien tales cursos de acción fueron configurados a partir de situaciones de discapacidad, su utilidad como categoría de análisis para pensar formas de actuación en el ámbito educativo-terapéutico, los vuelve aplicables a todo tipo de dificultades e impedimentos que puedan surgir a partir de situaciones de vulnerabilidad y es por ello, que desde el enfoque de la metodología DARTA, tales constructos adquieren relevancia.

Así, a partir del análisis de estas tres posibilidades, se puede concluir que tanto los Apoyos como los Ajustes Razonables, son totalmente complementarios. Mientras los primeros se constituyen como ayudas realizadas por personas y destinada a personas, cuyo objetivo principal es la mejora del funcionamiento y la participación, los segundos expresan modificaciones destinadas a mejorar las condiciones del entorno en términos de accesibilidad y eliminación de barreras.

De esta forma, tanto los Apoyos como los Ajustes Razonables son necesarios (aunque no suficientes como se verá más adelante) para alcanzar la Coadaptación Óptima, la cual se define como el conjunto de procesos dinámicos y recíprocos mediante los cuales tanto la persona como su entorno se adaptan el uno al otro hasta alcanzar un nivel de equilibrio que maximiza el bienestar, la funcionalidad y la participación activa en dicho entorno, habilitando así el disfrute de una mayor y mejor calidad de vida. Esa es la razón por la cual se habla de Configuraciones de Apoyo y Ajustes Razonables (CAAR) como un constructo indivisible.

Sin embargo, estas CAAR, no pueden implementarse sin un marco de referencia que las ponga a dialogar entre sí y las encamine en torno a objetivos comunes. En este sentido, la Educación Basada en Competencias (EBC), entendida como un enfoque de enseñanza-aprendizaje “que progresivamente va desarrollando la autonomía de [las personas] y su capacidad de aprender a aprender” [19], se muestra especialmente



útil, ya que permite la cohesión de las diferentes acciones de apoyo y ajustes, en torno a un mismo objetivo: posibilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias, las cuales son básicamente “saberes de ejecución” [20]

De esta forma, la educación basada en competencia, se convierte en el paradigma educativo que guía la implementación estratégica de las Configuraciones de Apoyo y Ajustes Razonables, posibilitando a la persona el acceso a situaciones de coadaptación óptima con su medio, a través del aprendizaje y fortalecimiento de lo que se conoce como competencias genéricas para la vida, las cuales pueden ser definidas como el repertorio de comportamientos que integran “motivación, conocimientos, habilidades, destrezas manuales, cognitivas, disposiciones y conductas que posee una persona y le permite la realización exitosa de diferentes actividades” [21] en el marco de las diferentes dimensiones que conforman su vida.

Este tipo de competencias poseen como rasgo distintivo, el hecho de ser genéricas, transversales y transferibles a los distintos ámbitos de la vida y no están vinculadas a un conocimiento técnico o específico, sino más bien a un conocimiento general sobre el saber hacer. Estas características las vuelven esenciales para el desarrollo de la autonomía personal, la autodeterminación, y la participación activa en la sociedad.

### **3. Implementación de la propuesta**

#### *3.1. La Metodología DARTA*

DARTA es una metodología educativo-terapéutica que busca maximizar las oportunidades de inclusión de las personas en situación de especial vulnerabilidad a través de la puesta en marcha de procesos de aprendizaje adaptativo y aprendizaje situado, en escenarios tanto informales como no-formales que, con el objeto de promover el desarrollo de competencias genéricas y transversales para la vida, impulsen el diseño e implementación de configuración de apoyos y Ajustes Razonables (CAAR) a través del uso estratégico de Tecnologías de Apoyo (TA). De esta forma, la metodología DARTA, procura la coadaptación óptima entre la persona y su entorno, posibilitando la disminución de barreras presentes en el contexto y el desarrollo de competencias transversales para la mejora de los niveles de funcionamiento y, por ende, de las posibilidades de acceder a una mayor y mejor calidad de vida.

### 3.2. *Un marco para la aplicación de la metodología DARTA: importancia del Aprendizaje Situado y del Aprendizaje Personalizado*

A diferencia de las competencias técnicas, que requieren de procesos educativos más estructurados, programáticos, sistemáticos y graduales, las competencias genéricas, por las características ya señaladas, pueden ser adquiridas también por medio de escenarios y procesos de aprendizaje informal y menos estructurados. Para lograr esto, desde la metodología DARTA, se propone la planificación e implementación de diferentes Configuraciones de Apoyo y Ajustes Razonables que generen las condiciones necesarias para que la persona pueda desarrollar y fortalecer estas competencias. La clave está en la experiencia y la exposición a contextos naturales que estimulan su práctica y desarrollo.

En este sentido, es fundamental personalizar las experiencias de aprendizaje, apoyándose para ello en dos enfoques clave: el aprendizaje situado y el aprendizaje personalizado.

Según [22], el aprendizaje situado es un enfoque educativo que otorga un papel central al contexto sociocultural en la construcción del conocimiento. Siguiendo a la autora, para que un aprendizaje sea verdaderamente significativo, debe ser construido a partir de prácticas sociales ubicadas (situadas) en un determinado contexto social y simbólico, y desde el cual, los saberes adquieren su real sentido.

De esta manera, lograr un aprendizaje con significado, requiere que los aprendices participen en situaciones naturales y auténticas, en donde puedan aprender no solo en interacción con otras personas, sino también en interacción con agentes no-humanos del contexto sociocultural en el que se encuentran inmersos, tales como el lenguaje, las teorías, esquemas, mapas, artefactos técnicos, entre otros [22, p. 33].

Esto es a lo que hacen referencia Wenger, McDermott & Snyder cuando hablan de *Comunidades de Práctica*, las cuales se conforman a partir de un grupo de “personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas, o una pasión por un tema, las cuales, profundizan su conocimiento y experiencia en esta área interconectándose de manera continua” [23]

Así, desde la perspectiva del aprendizaje situado, el entorno y los objetos no solo son instrumentos que facilitan el aprendizaje, sino que son también aspectos constitutivos del mismo [23].

Por su parte, según [24] el aprendizaje personalizado consiste en que las personas tomen el control de su propio proceso de aprendizaje,

lo cual es posible a partir de la identificación de sus características individuales y el otorgamiento de una retroalimentación rápida y efectiva que haga de cada proceso de aprendizaje, algo único para cada individuo.

Lograr esto, requiere “considerar no solo los materiales y el entorno [ de aprendizaje], sino también las herramientas y soluciones tecnológicas que faciliten la construcción de experiencias personalizadas de aprendizaje” [24, p. 3]. Sin embargo, es importante señalar el hecho de que esto no implica que la tecnología o los entornos virtuales sean elementos imprescindibles en el aprendizaje personalizado, pero sí señala la conveniencia de evaluar su utilización, cuando la misma se muestre potencialmente útil a la personalización del proceso de aprendizaje en curso.

En este contexto y desde la perspectiva de la metodología DARTA, el profesional que desee personalizar el proceso de aprendizaje del beneficiario, deberá ser capaz de correrse del clásico rol de transmisión de conocimientos, y actuar más bien como un guía que gestiona, orienta y acompaña en la construcción del conocimiento al beneficiario, quien es en definitiva el protagonista de cualquier abordaje.

De esta forma, las Configuraciones de Apoyo y Ajustes Razonables con Tecnologías de Apoyo, desde el marco del aprendizaje situado y el aprendizaje personalizado, adquieren una importancia crucial al posibilitar el desarrollo de competencias mediante la facilitación de situaciones, espacios y oportunidades para que la persona se involucre en actividades que demanden la utilización de tales competencias de una manera natural, no sistemática y contextualizada. Esto no quita que, dependiendo de las circunstancias, sea necesario recurrir en ocasiones a una planificación formativa más estructurada, que encauce el proceso y delimite a grandes rasgos, los objetivos de aprendizaje (competencias) a desarrollar y las estrategias didáctico-terapéuticas necesarias para lograrlo. En consecuencia, el profesional que desee aplicar la metodología DARTA, deberá poder adaptar su rol a cada situación particular, regulando su grado de intervención y direccionamiento del proceso de aprendizaje, según se requiera en cada caso.

### *3.3. Puesta en marcha*

#### *3.3.1. El Aprendizaje Adaptativo en educación a distancia*

Se propuso el uso del aprendizaje adaptativo como una estrategia

clave para “fomentar un acercamiento más personalizado y de ritmo propio al aprendizaje” [25] por parte de los participantes.

El Aprendizaje Adaptativo, según [26], puede ser concebido como una metodología que busca adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las necesidades personales de cada persona, por medio del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y diferentes plataformas digitales de aprendizaje.

Esta vinculación entre el aprendizaje adaptativo y las herramientas y plataformas tecnológicas, se fundamenta en la necesidad que tiene el primero de contar con actualizaciones constantes sobre las variaciones en el rendimiento de los estudiantes, las cuales permitan adaptar el proceso de enseñanza en tiempo real, a las necesidades y requerimientos del grupo de aprendices.

### 3.3.2. Estructuración de la propuesta

En lo referente a la estructura del taller, la misma está conformada por un total seis módulos: un primer módulo introductorio a la plataforma (Módulo 0) más cinco módulos temáticos en los que se desarrollan cada una de las cinco etapas que componen la Metodología DARTA, tal y como se muestra en la *Figura 4*.



Figura 4 - Estructura del Taller

Bajo el objetivo señalado en el apartado anterior, durante año 2025, se implementa un taller teórico-práctico bajo la modalidad de educación a distancia a través de la plataforma Moodle, perteneciente al Área de Educación a Distancia de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires, cuya duración total será de cinco meses.

El equipo docente está integrado por los miembros del Grupo de

Investigación en Tecnología Educativa (GITE) que forman parte del presente artículo y la cohorte se conforma por un grupo de profesionales de la salud y la educación.

Durante el desarrollo de la experiencia formativa, dichos profesionales reciben capacitación sobre los fundamentos teóricos y las diferentes etapas de la metodología DARTA a través de recursos multimedia y encuentros sincrónicos.

Así mismo, se incorporan innovaciones en las estrategias didácticas que estimulan la interactividad, posibilitando la construcción colaborativa de aprendizajes. Promoviendo la conformación de una comunidad de práctica virtual, fundamentada en la utilización de foros, chats temáticos y wikis, entre otras herramientas.

### *3.3.3. Evaluación de la propuesta formativa*

Para la evaluación de la presente propuesta formativa, se busca que los participantes puedan desarrollar un plan de intervención en base a los instrumentos presentados en cada módulo, para luego, realizar la puesta en marcha de dicho plan y evaluar los resultados obtenidos.

Así mismo, al finalizar el taller, se realizará una encuesta online dentro de la plataforma Moodle, con el fin de recabar información acerca de diferentes tópicos que hacen a la calidad tecnopedagógica de la propuesta de formación implementada (valoración de las herramientas TIC utilizadas, utilidad y nivel de dificultad encontrado en la resolución de las actividades propuestas, valoración de la modalidad de educación a distancia en la formación profesional, opinión sobre la pertinencia y calidad de los materiales de estudio aportados y evaluación general de la propuesta, entre otros). Tal encuesta consistirá en una combinación de preguntas cerradas (sí/no), preguntas de opciones múltiples y preguntas de desarrollo.

## **Conclusiones**

En el desarrollo de este escrito, se buscó describir los principales componentes que conforman la propuesta de formación a distancia en metodología DARTA, la cual se presenta como una iniciativa de intervención para el ámbito educativo-terapéutico, destinada a profesionales de la salud y la educación.

Esta metodología pretende mejorar la calidad de vida de personas en situación de vulnerabilidad, mediante el aprendizaje de compe-

tencias para la vida, guiando para ello, el diseño e implementación de Configuraciones de Apoyo y Ajustes Razonables con tecnologías asistivas.

Asimismo, se ha destacado la importancia del aprendizaje personalizado y el aprendizaje situado, no sólo como enfoques educativos para el logro de aprendizajes significativos y el desarrollo óptimo de competencias, sino también para la formación profesional a distancia en metodología DARTA.

En un posterior trabajo, se ahondará sobre su desarrollo metodológico y se expondrán los primeros resultados de su implementación, una vez finalizada la presente experiencia de capacitación a distancia.

## Notas

\* Desarrollo de Apoyos y Ajustes Razonables con Tecnologías Asistivas.

\*\* Una Propiedad Emergente, es una cualidad que aparece a partir del momento en que se encuentra constituido un conjunto organizado. Esta nueva cualidad, que no existe al nivel de las partes consideradas aisladamente, por ejemplo, la cualidad de poder indicar la hora no la hay en ningún engranaje del reloj de manera aislada, pero sí cuando la totalidad existe y ésta puede retroactuar sobre las partes una vez que dicha dualidad se ha constituido (Morín, 2007)

## Referencias

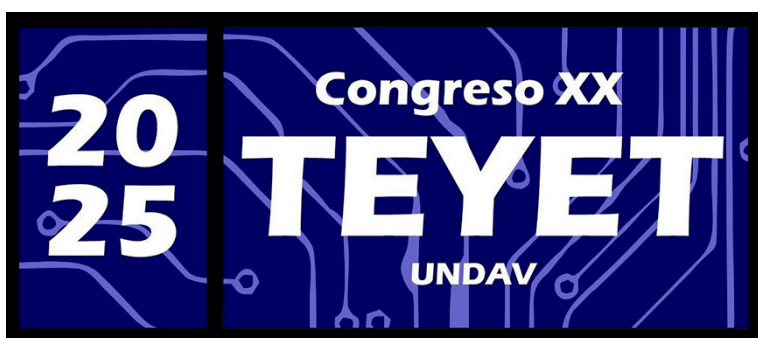
- [1] P. Mishra y M. J. Koehler, “Conocimiento del contenido pedagógico tecnológico: Un marco para el conocimiento docente,” *Teachers College Record*, vol. 108, no. 6, pp. 1017-1054, 2006.
- [2] M. I. Hernández Ríos, “El concepto de discapacidad: De la enfermedad al enfoque de derechos,” *Revista CES Derecho*, vol. 6, no. 2, pp. 46–59, Jul.–Dec. 2015.
- [3] F. Borrell i Carrió, “El modelo biopsicosocial en evolución,” *Medicina Clínica (Barcelona)*, vol. 119, no. 5, pp. 175–179, Jul. 2002.
- [4] L. A. Triana, “La educación inclusiva: Una mirada desde el modelo biopsicosocial: Análisis del caso de una enfermedad huérfana,” tesis de grado, Univ. Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, Jul. 18, 2019.
- [5] Organización Mundial de la Salud, *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF)*, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMERSO), Madrid, España, 2001.
- [6] R. L. Schalock y M. Á. Verdugo, *Calidad de vida: Manual para profesio-*

- nales de la educación, salud y servicios sociales. Madrid, España: Alianza Editorial, 2003.
- [7] Real Academia Española, Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed. [En línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/autodeterminación>
  - [8] A. C. Marco, G. M. Roig y S. C. Varela, “Planificación Centrada en la Persona. Planificando por adelantado el futuro deseado,” [En línea]. Disponible en: [https://www.plenainclusion.org/sites/default/files/guia\\_planificacion\\_plena\\_inclusion\\_completob.pdf](https://www.plenainclusion.org/sites/default/files/guia_planificacion_plena_inclusion_completob.pdf). [Accedido: 13-nov-2024].
  - [9] A. Aznar y D. Castañón, *Planificación Centrada en la Persona - Prácticas Revolucionarias Latinoamericanas en Discapacidad*. Buenos Aires, Argentina: Fundación Itineris, 2019.
  - [10] J. L. Navas, “Teorías e instituciones,” en *Teorías e instituciones contemporáneas de educación*, J. Á. M. del Mar del Pozo Andrés, Ed. Madrid, España: Biblioteca Nueva, 2004.
  - [11] Argentina.gob.ar, “Educación inclusiva” Ministerio de Educación de Argentina. [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/educacion/evaluacion-informacioneducativa/aprender/autoevaluacion/educacion-inclusiva>.
  - [12] E. Litwin, *La tecnología educativa y la didáctica: un debate vigente*, EDUCACIÓN, vol. 3, n.º 6, pp. 135-151, sep. 1994.
  - [13] Fundación INECO y Ministerio de Educación de la Nación, *Aprender con el cerebro en mente: Aprender a aprender*. Argentina, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.educ.ar/recursos/adjuntos/descarga/22137/aprender-a-aprender?disposition=inline> [Accedido: 03/02/2025].
  - [14] M. Á. Pascual Sevillano, “Tecnologías de Apoyo a la discapacidad y dificultades de aprendizaje,” *Comunicar*, no. 15, pp. 159–167, 2000. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15801525>.
  - [15] Y. Chevallard, *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires, Argentina: Aique Grupo Editor, 1998.
  - [16] A. Aznar y D. Castañón, ¿Son o se hacen? El campo de la discapacidad intelectual estudiado por recorridos múltiples, Buenos Aires: Noveduc, 2008.
  - [17] Oficina Nacional de Empleo Público, *Manual de Buenas Prácticas en Discapacidad*, Secretaría de Gestión y Empleo Público, Jefatura de Gabinete de Ministros, 2020. [Enlace]. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual\\_discapacidad\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_discapacidad_0.pdf).
  - [18] F. C. Shontz and B. A. Wright, “The distinctiveness of rehabilitation psychology,” *Professional Psychology*, vol. 11, no. 6, pp. 919–924, 1980. [Enlace]. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/d4ac534ac4174bba57db0c7659e7b92d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=60984>.
  - [19] A. Villa y M. Poblete, *Aprendizaje Basado en Competencias*. Bilbao: Ediciones Mensajero, 2007.
  - [20] Y. Argudín, “Educación basada en competencias,” *Revista Magistralis*, no. 20, Universidad Iberoamericana Puebla, 12 de marzo de 2015. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11777/521>. [Accedido: 06/11/2024].

- [21] M. Alles, *Diccionario de Competencias*. Buenos Aires, Argentina: Gráfica, 2009.
- [22] D. Sagástegui, “Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado,” *Revista Electrónica Sinéctica*, no. 24, pp. 30-39, Feb.-Jul. 2004. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815918005>. [Accedido: 11/02/2025].
- [23] M. C. Flórez Cardoso y O. L. Fernández Arbeláez, “Comunidades de práctica como plataformas de mejoramiento educativo,” *Sophia*, vol. 17, no. 1, p. e1104, Abr. 2021. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.17v.1i.1104>. [Accedido: 10-mar-2025].
- [24] N. A. López Ocampo, L. F. Álzate López, M. Echeverri Llano, y A. L. Domínguez Rojas, “Práctica pedagógica y motivación desde el aprendizaje situado,” *Revista Tesis Psicológica*, vol. 16, no. 1, pp. 178-201, Ene.- Jun. 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.37511/tesis.v16n1a9>.
- [25] L. Enriquez Vázquez y J. Navarro Perales, “Explorar los matices: aprendizaje personalizado y adaptativo en la educación digital,” *Rev. Digit. Univ. (RDU)*, vol. 25, no. 1, enero-febrero 2024. [En línea]. Disponible en: <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.1.10>.
- [26] L. García Aretio, “Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil,” *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 20, no. 2, pp. 09-25, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>.
- [27] UNIR, “El aprendizaje adaptativo: ¿qué es y cuáles son sus ventajas?,” *UNIR Revista*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.unir.net/revista/educacion/aprendizaje-adaptativo/>. [Accedido: 4-Ene-2025].
- [28] D. Leris, F. Veá, y A. Velamazán, “Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos,” *Education in the Knowledge Society*, vol. 16, no. 4, pp. 138-157, 2015.
- [29] E. Morín, “La emergencia del sentido a partir del no-sentido,” *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 14, no. 44, pp. 157-171, mayo-agosto 2007. [En línea]. Disponible: <https://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v14n44/v14n44a8.p df>. [Accedido: 20-oct-2024].



## DEMOS EDUCATIVAS



# AelE: Programación por bloques para Arduino en la escuela

*Gonzalo Pablo Fernández<sup>1</sup> y Christian Cossio-Mercado<sup>2</sup>*

## Ámbito de aplicación

*Arduino en la Escuela (AelE)* es un entorno de programación por bloques para *Arduino* diseñado específicamente para ser utilizado en la escuela. Muchas de sus principales características fueron desarrolladas pensando en docentes de escuelas primarias y secundarias de Argentina. Así, el programa se puede ejecutar tanto en Linux como en Windows, no requiere instalación ni permisos de administrador para ser ejecutado, puede funcionar sin conexión a internet y está completamente en español. Una vez descargado se puede ejecutar sin necesidad de instalar ningún software adicional (la versión para Linux requiere tener instalado Python, pero generalmente ya viene incluido en el sistema).

## Objetivos

El objetivo principal es usarlo para enseñar los conceptos fundamentales de la programación más allá del código, siguiendo el enfoque Gobstones [1] de la Universidad Nacional de Quilmes y el método programar [2] de la Fundación Sadosky. Muchas de sus características fueron pensadas para facilitar la interacción con la placa, ocultando detalles de implementación de esta para poder programarla sin necesidad de un amplio conocimiento respecto a aspectos físicos o electrónicos.

Como objetivo secundario se espera que el entorno sirva no sólo para hacer una pequeña introducción, sino que permita también trabajar con proyectos avanzados. Varias características buscan

---

1. Departamento de Ciencia y Tecnología (UNQui). Mail: gonzalo.pablo.fernandez@unq.edu.ar

2. Departamento de Computación. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA). Mail: ccossio@dc.uba.ar

facilitar el desarrollo de proyectos de mediana escala, incorporando funcionalidades similares a los entornos de desarrollo textuales.

## Descripción

La enseñanza de programación es relevante para la educación obligatoria, lo que se vio reflejado en Argentina en su incorporación en todos los niveles obligatorios en 2018 [3], en tanto aporta al pensamiento abstracto y a la resolución de problemas, entre otros aspectos. Adicionalmente, la utilización de programación de placas *Arduino*, con su diseño de hardware abierto y multiplicidad de recursos disponibles, permite trabajar con programación tangible, además facilitar el trabajo con proyectos. Existen muchos entornos que se usan para programación en el contexto escolar, como *Scratch* [4] y *Pilas Bloques* [5].

En particular, para *Arduino* se suelen utilizar herramientas como *mBlock* y el mismo *Scratch*, además de otras específicas de ciertos kits de robótica *Arduino*-compatibles u otras versiones propietarias, como *LEGO Mindstorms*. A nivel nacional, se cuenta con *ArguiBot* [6] que, a pesar de ofrecer varias ventajas, tanto de usabilidad como del punto de vista didáctico, sólo está diseñado para el uso dentro de un curso, y no presenta funcionalidades para uso en forma general. De acuerdo a lo relevado, todos los entornos disponibles para el trabajo de programación con *Arduino* tienen limitaciones para su uso en la enseñanza, en tanto se requiere programar en texto, con la dificultad que implica para una persona que recién se inicia en la programación. Adicionalmente, las herramientas disponibles por bloques, o bien son específicas de ciertos kits, y no son compatibles con sensores y actuadores genéricos, o bien tienen pocos bloques disponibles, generan código poco legible y no son intuitivas en su uso. Además, la mayoría de ellas están sólo en idioma inglés.

Así, en este trabajo presentamos el entorno de programación *Arduino en la Escuela*<sup>3</sup> (*AelE*), que fue diseñado para la enseñanza y el aprendizaje de programación utilizando placas *Arduino* por medio de un lenguaje por bloques [7]. El desarrollo de *AelE* fue motivado por la necesidad de un entorno que permita programar placas *Arduino*, pero que a su vez esté especialmente diseñada para el ámbito educativo. Ninguno de los entornos de programación por bloques para *Arduino*

---

3. Página web del proyecto: <https://aele.dc.uba.ar/>. Demo online en: <https://aele.dc.uba.ar/demo>.

cumplía con todos los requerimientos, o eran muy poco robustas en cuanto al código generado a partir de los bloques.

Se comenzó haciendo una traducción al español de *Ardublockly* y ampliando su catálogo de bloques para permitir la interacción con más módulos de *Arduino*, aunque, posteriormente, el proyecto tomó entidad propia, diferenciándose lo suficiente como para poder ser una herramienta independiente.

*AelE* fue diseñado y construido para facilitar la enseñanza de la programación de placas *Arduino*, superando las limitaciones de los entornos existentes, con un enfoque didáctico-pedagógico. Adicionalmente, incluye muchas funcionalidades que no están disponibles en la mayoría de los demás entornos de programación por bloques para *Arduino*. En particular, permite trabajar con una gran variedad de elementos de programación que no son habitualmente soportados, como parámetros, listas y eventos, y cuenta con características que la hacen más cercana a los entornos de desarrollo textuales, como la selección múltiple, pegar a continuación, o el manejo de errores y advertencias. También admite un alto nivel de personalización, que se adecua a las necesidades de cada equipo docente, destacando el editor de paletas. Incluye un buscador de bloques y un avanzado sistema de tipado para prevenir errores y asistir a aprendices en su proceso de aprendizaje, evitando tener que lidiar con los incomprensibles mensajes de error del IDE de *Arduino*.

*AelE* se pudo implementar en algunos cursos y talleres de programación, con públicos de diferentes edades y características. Se destacó por su versatilidad, ya que fue utilizada en contextos variados y con públicos de características muy diferentes, no sólo en edad, sino también en contexto sociocultural y formación previa. Aunque la mayoría fueron estudiantes de nivel secundario en contexto extracurricular, también se realizaron talleres de formación docente y cursos de educación en contexto de encierro.

En todos los casos el entorno tuvo buena aceptación de los participantes, quienes pudieron realizar todas las tareas propuestas. En particular se destaca el éxito logrado en el trabajo con proyectos, instancia de evaluación final en la mayoría de los cursos en los que se utilizó *AelE* durante varios encuentros [8, 9].

La amplia experiencia con talleres introductorios de programación nos permite afirmar que la propuesta de *AelE* es excelente para iniciarse en el mundo de la programación con *Arduino*. Nuestros objetivos iniciales eran que también sirviera para proyectos avanzados y para gente con más experiencia, aunque no tenemos suficientes

experiencias con cursos ni con usuarios que utilicen la herramienta de manera extensiva o con proyectos educativos de mayor envergadura.

## Referencias

- [1] P. E. Martínez López, D. Ciolek, G. Arévalo, & D. Pari, “The gobstones method for teaching computer programming”, XXV Simposio de Educación Superior en Computación (SIESC’17), dentro de la XLIII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI’17), pp. 1–9, 2017.
- [2] M. B. Bonello & H. Czemerinski, “Program.ar: una propuesta para incorporar ciencias de la computación a la escuela argentina”, 2015.
- [3] C. F. de Educación, “Núcleos de aprendizajes prioritarios para educación digital, programación y robótica”. Anexo I de la Resolución CFE Nro. 343/18, 2018.
- [4] M. Resnick, J. H. Maloney, A. Monroy Hernández, N. Rusk, E. Eastmond, K. Brennan, A. Millner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman, & Y. Kafai, “Scratch: Programming for all”, *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 11, pp. 60–67, 2009.
- [5] A. Sanzo, F. Schapachnik, P. Factorovich, & F. Sawady O’Connor, “Pilas bloques: A scenario-based children learning platform”, 2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies, pp. 1–6, 2017.
- [6] N. Streri, M. Daniele, & M. Uva, “Arguibot ide: Un entorno de desarrollo basado en la programación en bloque para la enseñanza de la robótica usando la plataforma arduino”, *Jornadas Argentinas de Didáctica de las Ciencias de la Computación*, 2023.
- [7] G. P. Fernández & C. Cossio-Mercado, “Aele: a versatile tool for teaching programming and robotics using arduino”, 50ª Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI), 2024. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10700288>
- [8] G. P. Fernández & C. Cossio-Mercado, “¿Es posible enseñar los fundamentos de la programación sólo con arduino?: Análisis de un curso introductorio para estudiantes de secundaria usando bloques”, *Jornadas Argentinas de Didáctica de las Ciencias de la Computación*, 2024.
- [9] D. Macario-Cabral, C. Cossio-Mercado, and G. P. Fernández, “Iniciación a la programación en contextos de encierro con arduino”, *Jornadas Argentinas de Didáctica de las Ciencias de la Computación*, 2024.

# Dojo: llevando la enseñanza de la programación más allá del aula tradicional

*Lucas Videla,<sup>1</sup> Renata S. Guatelli,<sup>2</sup> Verónica I. Aubin<sup>3</sup>*

## 1. Ámbito de aplicación

En el contexto educativo actual, caracterizado por una creciente adopción de modelos de enseñanza híbridos, la gestión de entornos presenciales y virtuales se ha convertido en un desafío clave. La plataforma Dojo [1] surge como una solución para facilitar la extensión del aula más allá del espacio físico, permitiendo la interacción sincrónica y asincrónica entre docentes y estudiantes. Su aplicación está especialmente orientada a materias de programación, donde la práctica y la retroalimentación continua son esenciales para el proceso de enseñanza - aprendizaje. Brinda herramientas especializadas para el trabajo con código fuente, focalizado en el *feedback* al estudiante.

## 2. Objetivo

Dojo tiene como propósito principal brindar apoyo a docentes y estudiantes en cursos de programación con entornos híbridos, fomentando la autonomía, la colaboración y la retroalimentación continua, optimizando la gestión de contenidos académicos, mejorando el acceso y la organización de recursos educativos, y promoviendo la motivación, la participación activa y el compromiso con las actividades propuestas.

### *Objetivos específicos*

- Facilitar la disponibilidad de consignas y material de estudio en todo momento y lugar.

---

1. Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas (UNLaM). Mail: lvidela@unlam.edu.ar

2. Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas (UNLaM). Mail: rguatelli@unlam.edu.ar

3. Departamento de Informática e Investigaciones Tecnológicas (UNLaM). Mail: vaubin@unlam.edu.ar

- Proporcionar un espacio para la creación, carga y revisión de código, permitiendo la interacción entre estudiantes y docentes.
- Permitir a los estudiantes gestionar su propio aprendizaje y avanzar a su propio ritmo
- Proporcionar mecanismos de retroalimentación basados en rúbricas y comentarios personalizados para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Permitir la creación y gestión de grupos de trabajo para fomentar el aprendizaje colaborativo.
- Fomentar la crítica y autocritica mediante funcionalidades que permiten compartir y comentar soluciones en el aula.
- Garantizar una gestión flexible y ubicua del proceso de enseñanza - aprendizaje.

### 3. Descripción

Dojo es una plataforma de distribución libre diseñada para complementar la enseñanza de programación en entornos híbridos. Su implementación permite que docentes y estudiantes gestionen consignas, soluciones y contenidos de manera eficiente, favoreciendo una experiencia de aprendizaje ágil. Permite dar retroalimentación a los estudiantes a través de texto libre o de rúbricas configurables. La herramienta puede ser utilizada desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin requerir una infraestructura específica más allá de un navegador. Esto incluye compatibilidad y adaptación a pantallas pequeñas, especialmente teléfonos celulares. Facilita el monitoreo del progreso individual y grupal, brindando herramientas para realizar intervenciones pedagógicas oportunas y ajustadas a las necesidades de cada estudiante.

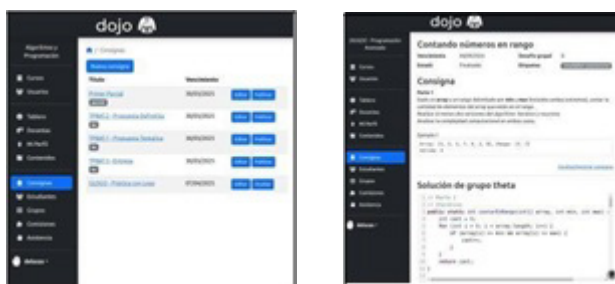


Fig. 1. Pantallas de Dojo. Izquierda: Gestión de consignas. Derecha: Visualización de resoluciones y retroalimentación.

**Gestión de perfiles dentro del aula.** La plataforma tiene diferentes funcionalidades, dependiendo del tipo de usuario. Existen cuatro tipos de usuarios: estudiante, ayudante, docente y administrador. **Organización de Estudiantes por Materia y Comisiones.** Las materias suelen contar con múltiples comisiones, aunque suelen compartir los mismos recursos educativos. Dojo permite gestionar varias comisiones dentro de una misma materia, organizando a los estudiantes por curso. Ofrece la posibilidad de habilitar funcionalidades específicas por comisión y fecha, adaptándose a la planificación de cada curso.

**Distribución de los recursos educativos.** Los docentes pueden organizar los contenidos en grupos, como carpetas, que siguen un orden cronológico, mientras que los recursos dentro de cada grupo pueden disponerse libremente. La visibilidad se ajusta según el avance del ciclo lectivo y el perfil del usuario, permitiendo preparar material con anticipación.

**Publicación de consignas.** Los docentes pueden publicar consignas mediante un editor de texto libre con formato que permite crear una presentación clara y estructurada del contenido. Brinda un control total sobre la visibilidad y disponibilidad de cada consigna, permitiendo configurar: fecha de habilitación, modalidad (individual o grupal), la asignación de etiquetas temáticas para facilitar la organización y clasificación de consignas, y las rúbricas de corrección que se aplicarán al revisar las resoluciones, entre otras.

**Resolución y entrega de ejercicios.** Los estudiantes pueden desarrollar y enviar sus soluciones dentro de la plataforma, facilitando su seguimiento al dejar las respuestas asociadas a las consignas correspondientes. De esta forma se registra la entrega de la tarea para su evaluación. El módulo soporta tanto redacciones de texto libre como código fuente, ofreciendo un editor avanzado con coloreo de sintaxis para mejorar la legibilidad y escritura del código. Este editor soporta la mayoría de los lenguajes utilizados a nivel académico y dentro del mercado laboral.

**Retroalimentación docente.** Los docentes pueden proporcionar comentarios detallados sobre las soluciones de los estudiantes, ya sea mediante texto libre o a través de la rúbrica tabulada con valores predefinidos (escala 1-5, sí/no, Likert). Esto permite una retroalimentación estructurada y objetiva, facilitando al alumno la comprensión de su desempeño y las áreas de mejora.



**Tablero de control.** El estudiante puede visualizar todas las tareas asignadas junto con sus fechas de entrega. Además, el tablero le permite hacer un seguimiento de su progreso, identificar actividades pendientes, revisar los resultados de las tareas completadas y acceder fácilmente a un resumen de su desempeño en el curso.

**Interacción en el aula.** La plataforma potencia el aprendizaje colaborativo al permitir la visualización, proyección y análisis en tiempo real del código fuente. El estudiante pone a disposición el código, que el docente puede visualizar en su computadora y, si lo desea, proyectar o compartir con el resto de la clase. Esta dinámica fomenta un entorno participativo y enriquecedor, donde el docente guía la reflexión colectiva, identifica errores comunes y promueve el pensamiento crítico a través del debate y la revisión conjunta. Gracias al editor especializado, es posible realizar comentarios y correcciones de manera estructurada, asegurando que el proceso de enseñanza-aprendizaje trascienda la interacción individual y se convierta en una verdadera construcción colectiva del conocimiento.

### *Comparación con otras plataformas*

La mayoría de las plataformas educativas no se ajustan a la enseñanza de programación, ya que carecen de integración con editores de código y herramientas efectivas de retroalimentación.

Moodle [2], aunque versátil, no está orientado específicamente al trabajo con código. Google Classroom [3] facilita la administración de cursos, pero carece de herramientas especializadas en programación. GitHub Classroom [4] permite gestionar código, pero es complejo y no ofrece soporte integral para la enseñanza académica.

Dojo surge como una solución diseñada a medida, para subsanar estas carencias, promoviendo la autonomía, participación y aprendizaje colaborativo.

### *Experiencia*

Se ha utilizado la plataforma Dojo (y su versión anterior, Loom [5]), en docenas de cursos con diversas características y varios niveles educativos. En todos los casos, la herramienta demostró facilitar la gestión del curso, así como el acceso a recursos educativos y a las soluciones de los estudiantes. Las dinámicas que permite la plataforma han sido efectivas en distintos contextos: desde cursos pequeños, con 6 estudiantes y 2 docentes, hasta un curso masivo en línea con

más de 750 inscriptos y 14 docentes. En todas estas experiencias, su uso ha sido clave para gestionar de manera eficiente los elementos fundamentales del entorno educativo.

### *Impacto*

La herramienta muestra en forma explícita el estado de avance del estudiante, lo que lo motiva a la autosuperación.

Los docentes que han utilizado esta herramienta destacan que los estudiantes participan más activamente en comparación con cursos sin un soporte similar, donde la interacción suele ser mucho menor. Por su parte, los estudiantes han señalado que la plataforma los motiva al permitirles visualizar su progreso, conocer sus pendientes y ver su porcentaje de avance. Además, valoran la rapidez en la retroalimentación y la posibilidad de compartir su código, lo que convierte el proceso en una experiencia didáctica más enriquecedora.

### *Aspectos técnicos*

Dojo es una aplicación web diseñada para funcionar en diversos dispositivos, accesible sin necesidad de instalar software adicional. Su arquitectura cliente-servidor permite actualizaciones frecuentes. Al estar en desarrollo activo, sus funcionalidades se ajustan según la retroalimentación recibida. Se desarrolló en Ruby on Rails, un framework en constante evolución.

### *Licencia y disponibilidad*

Dojo es un proyecto de código abierto, bajo la licencia AGPL-3.0, que permite su libre distribución y modificación, garantizando que cualquier derivado también permanezca abierto y accesible para la comunidad. Actualmente, el código no está disponible de manera pública, ya que la herramienta forma parte de una tesis de maestría.

### *Planes a futuro*

Dojo continuará incorporando mejoras, entre ellas:

- Herramientas para agilizar y mejorar el proceso de retroalimentación.
- Inclusión de jueces automáticos.

- Mejor monitoreo y gestión de la retroalimentación.

El objetivo es consolidar Dojo como una herramienta de referencia en la enseñanza de programación, fomentando una comunidad activa que contribuya a su evolución y adaptación a distintos contextos educativos.

#### **4. Bibliografía**

- [1] Videla, L., Guatelli, R. S., Aubin, V. I. (2024). Retroalimentación en la Era Digital: Diseño y Simulación de una Herramienta para Evaluación de Código Fuente.
- [2] Moodle (s/f). Recuperado el 2 de abril de 2025, de <https://moodle.org/>
- [3] Google Classroom. (s/f). Recuperado el 2 de abril de 2025, de <https://classroom.google.com/>
- [4] GitHub Classroom. (s/f). Recuperado el 2 de abril de 2025, de <https://classroom.github.com/>
- [5] Aubin, V. I., Guatelli, R. S., Videla, L. (2020). Radiadores de información para motivar el aprendizaje. Análisis de una experiencia.

# Narrativas digitales con el Reflector Mágico

*Cecilia Sanz,<sup>1</sup> Verónica Artola,<sup>2</sup> Lucía Violini,<sup>3</sup>  
Matías Zeballos,<sup>4</sup> Sabrina Lombardo<sup>5</sup>*

## Ámbito de aplicación

En este trabajo se presenta un proyecto llamado “Reflector Mágico” (RM), que fue desarrollado como parte de las líneas de investigación y desarrollo del Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LI-DI) [1]. El trabajo surge de los estudios en relación a modelos de interacción natural, entornos interactivos, interacción tangible (IT), técnicas de mapeo de proyecciones y narrativas digitales interactivas (NDI). Con el fin de enriquecer las formas de enseñar y aprender con experiencias que combinan el mundo físico con el entorno digital, se diseñó un dispositivo que posibilita mapear, en posiciones determinadas del entorno físico, diferentes elementos digitales como imágenes, animaciones y/o videos. Esto posibilita una forma de trabajar en NDI. En 2024 se creó la primera narrativa vinculada al mundo de “El Principito”, y a algunos de sus icónicos personajes. En este trabajo se describe el proyecto y su aplicación.

---

1. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Facultad de Informática (UNLP). Mail: csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

2. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Facultad de Informática (UNLP). Mail: vartola@lidi.info.unlp.edu.ar

3. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Facultad de Informática (UNLP). Mail: lviolini@lidi.info.unlp.edu.ar

4. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Facultad de Informática (UNLP). Mail: matiaszeballo@gmail.com

5. Instituto de Investigación en Informática LIDI – CICPBA. Facultad de Informática (UNLP). Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica, Facultad de Informática (UNLP). Mail: sabrinalombardo@gmail.com

## Objetivos

Los objetivos del Reflector Mágico son:

- Crear narrativas que combinen el mundo físico y digital, con el aporte de docentes y /o estudiantes.
- Abordar experiencias educativas interactivas para posibilitar otras formas de aprender
- Resaltar a las tecnologías digitales como mediadoras de aprendizajes

Esta propuesta es escalable a diferentes contextos educativos, ya que se puede cambiar la narrativa para cada caso.

## Introducción

El proyecto fue desarrollado por estudiantes de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de Informática de la UNLP, en conjunto con docentes-investigadores del III-LIDI. En la línea de investigación sobre paradigmas de interacción persona-ordenador aplicados a escenarios educativos, se vienen realizando diversos trabajos que combinan el uso de microcontroladores, sensores, actuadores, dispositivos móviles, entre otros [2,3,4,5].

La propuesta es atender a necesidades educativas que acercan diferentes docentes de la región de La Plata y también alumnos de la Maestría de Tecnología Informática Aplicada en Educación de la misma Facultad. En 2024 se recibió la visita en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad [6] de directivos y profesores de uno de los colegios de la UNLP. Los temas de NDI fueron de interés como área de cooperación.

Al mismo tiempo, se venían analizando antecedentes. Uno de ellos es el trabajo de [7], que propone una arquitectura orientada a técnicas de narración digital sobre objetos tangibles. En esta línea se ha venido desarrollando un cuadro interactivo de Grace Hopper, el cual, mediante sensores y actuadores, permite generar interacciones que enriquecen la experiencia del usuario con información sobre su legado. La dinámica de la narrativa está diseñada para ser complementada con intervenciones de un facilitador que guía y amplía la experiencia [5]. Otro antecedente que ha resultado una inspiración para este trabajo es una instalación interactiva llamada “*Shadows of Memory*”, en la que se aborda lo efímero de la memoria, entre otros

temas. La propuesta invita a los usuarios a explorar el espacio con una linterna, revelando sombras ocultas en distintos puntos de la sala [8]. A partir de estos antecedentes se desarrolló el RM.

## Diseño y desarrollo del RM

El Reflector Mágico es una instalación interactiva que invita al usuario a explorar planetas del universo de El Principito. La propuesta combina un diseño físico con planetas de la historia, incluyendo sus nombres y características, y un reflector montado sobre un trípode, que el usuario puede orientar para iluminar sectores del diseño físico. Este dispositivo se comporta como un reflector convencional que proyecta luz sobre la superficie. Sin embargo, al enfocarse sobre ciertos planetas, se revelan animaciones que enriquecen la experiencia y profundizan la narrativa (Figura 1).

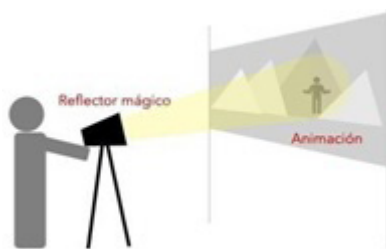


Figura 1- Funcionamiento del RM.

En el diseño del RM y la narrativa a contar se pueden distinguir tres capas de planificación: a) hardware; b) entorno del mapeo y c) narrativa.

a) Capa de hardware: se trabajó en la detección de las posiciones del reflector. Para la implementación se utilizó una placa ESP32 y un sensor MP6050 (acelerómetro y giroscopio). En la ESP32 se reciben los datos del MP6050 y se aplican filtros como el de Madgwick.<sup>6</sup>

b) Capa de entorno del mapeo: para el mapeo de proyecciones se trabaja con UNITY. Se reciben los datos de la ESP32, y se aplica un filtro “pasa bajos” para eliminar ruido del movimiento del reflector.

---

6. El algoritmo de Madgwick es una técnica de fusión de sensores utilizada para estimar la orientación de un objeto utilizando datos de una unidad de medición inercial (IMU) la experiencia visual (Figura 3, derecha). Además, dada la naturaleza de la exposición, se priorizó una duración corta para facilitar la circulación de los visitantes.

Finalmente, se transforman las coordenadas para ubicar las animaciones en el espacio físico.

c) Capa narrativa: se trabajó en la definición de los objetivos, el guión multimedia y la instalación física. Se diseñaron cinco planetas, cada uno con características particulares que forman parte de la historia a narrar. Los planetas incluidos son (Figura 3, izquierda): el Asteroide B612 (planeta del Principito), el planeta del Vanidoso, el planeta del Farolero, el planeta Tierra y un quinto planeta creado especialmente para esta instalación: el del Equilibrista. Este último permite vincular la historia de *El Principito* con temas relacionados al uso de la tecnología. El Equilibrista busca mantener el equilibrio entre el uso de la tecnología y el contacto con el mundo natural.



Figura 3- Izq. Instalación física; Der. Imágenes con animaciones que se mapean en los planetas

Se diseñaron las animaciones presentes en cada planeta, asegurando que fueran breves y evocaran características distintivas de cada uno. El objetivo fue generar en el usuario una reflexión a partir de

## Experiencias con la instalación

El RM fue presentado en la Noche de los Museos (Figura 5) y en eventos como la Expo Ciencia y Tecnología de la Fac. de Informática de la UNLP. A partir del análisis de las interacciones registradas y las manifestaciones, los resultados obtenidos evidencian el atractivo de la propuesta por parte de los participantes: niños, jóvenes y adultos. Asimismo, la experiencia de descubrir personajes y detalles de la historia, fomenta la reflexión y el debate en torno a su interpretación. Se tomaron consideraciones de usabilidad para futuras mejoras.



Figura 5- Noche de los Museos.

## Conclusiones y trabajos futuros

El proyecto representa un avance en el *tracking* de objetos y habilita nuevas formas de interacción entre el usuario y el entorno. Esta modalidad de interacción despierta la curiosidad y promueve el descubrimiento de información en el espacio físico. Se promueven así experiencias de aprendizaje “por descubrimiento”. Se abren así nuevas oportunidades para el campo NDI.

En cuanto al hardware, el uso del sensor MP6050 presenta ciertas limitaciones que han obligado a restringir el espacio de interacción. Se están estudiando diferentes tecnologías con el objetivo de brindar mayor libertad al usuario y posibilitar la interacción en toda la sala y en mejoras de las interacciones. Se avanzará próximamente con nuevas narrativas.

## Bibliografía

- [1] Instituto de Investigación en Informática (III - LIDI). (s.f.). *Facultad de Informática, UNLP*. <https://weblidi.info.unlp.edu.ar>
- [2] Zeballos, M., Sanz, C. V., Artola, V., & Torres, J. I. (2024). Mascota interactiva para el aprendizaje de temas de alimentación saludable. *TE&ET 2024*. pp. 130-133. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/174336>
- [3] Bigurrarena, N., Ballardini, E., Artola, V., Buffarini, A., Nordio, M., & Sanz, C. (2021). *Albores: un juego basado en interacción tangible para conocer figuras destacadas de la historia de la informática*. En *Actas TE&ET 2021*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122762>
- [4] Cruz Alvarado, M. (2019). *Diseño e implementación de juguetes interac-*



*tivos para actividades educativas basadas en IT.* <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/87674>

- [5] UNLP. (2022). *Informática desarrolló un cuadro educativo basado en Interacción Tangible.* <https://shorturl.at/AeX4O>
- [6] Centro de Innovación. (s.f.). *Facultad de Informática – UNLP.* <https://www.info.unlp.edu.ar>
- [7] Trichopoulos, G. et al. (2021) *Augmented and personalized digital narratives for Cultural Heritage under a tangible interface.* 16th Int. W. on Semantic and SMAP, pp. 1-5.
- [8] Borgwardt, J. (2022). *Shadows of Memory* [Instalación interactiva]. USC Media Arts + Practice. <https://map.usc.edu/project/shadows-of-memory/>

# **Deportes electrónicos: un tema para despertar vocaciones a la informática**

*Cesar Estrebou,<sup>1</sup> Santiago Medina,<sup>2</sup> Federico Arteca,<sup>3</sup>  
Federico Ruera<sup>4</sup>*

## **Ámbito de aplicación**

En 2021 la Universidad Nacional de La Plata tiene la iniciativa de generar un Proyecto en el área de Deportes Electrónicos (Esports) y dado que el mismo guarda estrecha relación con la innovación tecnológica y la informática se decide desarrollarlo en el Instituto de Investigación en Informática LIDI de la Facultad de Informática con un alcance multidisciplinario. Su objetivo primordial es fomentar la práctica de deportes electrónicos por sus alumnos, docentes y no docentes. En este Proyecto colaboran alumnos/especialistas de diferentes disciplinas (Informática, Ciencias Económicas, Comunicación, Psicología, Ingeniería, etc).

## **Objetivos del Proyecto Esports**

- Consolidar a la UNLP como una referencia universitaria en Deportes Electrónicos.
- Capacitar en los conocimientos básicos de Deportes Electrónicos.
- Organizar actividades en la UNLP para incrementar la participación en el Proyecto Esports.
- Participar como UNLP en torneos de Deportes Electrónicos

## **Introducción**

Los “deportes electrónicos” son básicamente competiciones de videojuegos, que se realizan en forma individual o por equipos. Su

---

1. Instituto de Investigación en Informática LIDI, Facultad de Informática, UNLP – Centro Asociado CIC. Proyecto Esports (UNLP).

2. Instituto de Investigación en Informática LIDI, Facultad de Informática, UNLP – Centro Asociado CIC. Proyecto Esports (UNLP).

3. Proyecto Esports (UNLP).

4. Proyecto Esports (UNLP).

crecimiento ha sido explosivo en los últimos años y ya se ha discutido su inclusión en los Juegos Olímpicos futuros.

En este contexto hay mucho interés de los jóvenes por participar en todas las actividades vinculadas con los Esports (desde el desarrollo de los videojuegos mismos hasta la gestión de torneos o la conformación y entrenamiento de equipos que compiten).

El desarrollo de la actividad (en Argentina y en el mundo) indica posibilidades laborales en diferentes áreas disciplinarias asociadas con los Esports y al mismo tiempo es un factor de motivación para elegir Informática como posible carrera universitaria.

## **Desarrollo**

### *Diplomatura en Deportes Electrónicos*

En el año 2022 se crea la Diplomatura en Deportes Electrónicos para formalizar estudios que abarcan las diferentes áreas de los Esports, de modo de abrir un marco de posibilidades para alumnos universitarios y de nivel medio interesados en el tema. Con los objetivos de:

- Conocer los fundamentos tecnológicos de soporte para la actividad de Esports, en particular la tecnología para el desarrollo de videojuegos y su gestión y perfeccionamiento.
- Tener una visión clara del ecosistema de deportes electrónicos: jugadores, equipos, organizadores, comunicadores, entrenadores, publicidad, etc.
- Incorporar herramientas para desenvolverse en el entorno de los deportes electrónicos de diferentes áreas del conocimiento aplicadas a los Esports.
- Realizar una práctica concreta en el ámbito del proyecto de Esports de la UNLP, en los temas de su interés, para lo cual se implementa el Centro de Entrenamiento para Esports.

La Diplomatura va por su 4ta edición con más de 70 egresados y la procedencia de sus alumnos es variada con gran cantidad de alumnos de otras facultades de la UNLP con expectativas por adentrarse en el ecosistema de los Deportes Electrónicos, así como alumnos egresados del nivel medio.

### *Centro de Entrenamiento*

A octubre de 2022 se inauguró el Centro de Entrenamiento para la práctica de Esports de la UNLP.

El mismo funciona en el Centro de Investigación y Transferencia Tecnología de la Facultad de Informática.

Este espacio está preparado para que los equipos de deportes electrónicos conformados en la UNLP puedan desarrollar su entrenamiento.

También está destinado para que los alumnos de la Diplomatura en Deportes Electrónicos puedan desarrollar su Práctica Profesional Supervisada (PPS).



### *Equipos de la UNLP*

Uno de los objetivos del Proyecto es formar equipos que representen a la casa de estudios platense en encuentros nacionales e internacionales.

Se han formado equipos en diferentes disciplinas de deportes electrónicos como League of Legends, Valorant Masculino y Femenino, Age of Empires, Counter Strike, que han competido en diversos torneos nacionales e internacionales.

### *Liga Esports InterFacultades UNLP (LEIF-UNLP)*

Para fomentar la práctica de los deportes electrónicos por parte de la comunidad de la UNLP, se implementaron hasta el momento 6 ediciones de la Liga Esports InterFacultades sobre distintas disciplinas.

Estas competencias permitieron que alumnos de distintas Facultades formarán los equipos que formaron parte del torneo que se desarrolló en el Centro de Entrenamiento.



## Conclusiones

La Facultad de Informática a través del III-LIDI, encontró en las actividades relacionadas con los Esports, un motivador importante para acercar a alumnos de otras disciplinas y alumnos egresados del nivel medio a conocimientos básicos de informática como x ej: Arquitectura física de soporte, Servidores locales y en la nube, Comunicaciones, Streaming, Tecnología de transmisión, Escalabilidad y resolución en tiempo real, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Realidad Extendida, Ambientes inmersivos, Visualización 2D y 3D, Bases de datos, Seguridad de los Datos, Conceptos básicos de programación, Videojuegos y Juegos Serios, Conceptos de Big Data, Conceptos de Inteligencia Artificial, Análisis inteligente de datos, entre otros.

Por otra parte, la creación del Centro de Entrenamiento que hoy se presenta en esta DEMO fue el ámbito adecuado para la concreción de los objetivos del Proyecto.

La expectativa es que las condiciones que se crearon en la UNLP sean un elemento más de interacción con la comunidad universitaria de nuestro país.

