



Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A.C.

ED_yT

Educación y Tecnología

Vol. 4 / No. 9 / Año 2026

Edicción
special
ISSN: 2007-9788

Consejo Directivo

Presidencia

Josefina Bárcenas López

Vicepresidencia

José Manuel Mendoza Román

Secretaría General

Yarenni A. Domínguez Delgado

Tesorería

J. Gabriel Sánchez Romero

Consejo Consultivo

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez

Alfredo García Zavala

Consejo Editorial

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez

Josefina Bárcenas López

Heidy Yelni Díaz Oviedo

Rubén Edel Navarro

Alfredo García Zavala

Victor Hugo García Ortega

Jorge Landaverde Trejo

Christian Jonathan Angel Rueda

Ma. Antonieta Rodríguez Rivera

Marcos Manuel Ibarra Núñez

Alba Magdalena Sandoval Andrade

Ana Gabriela Sánchez Bárcenas

Diseño y Edición de Interiores

Paola Yised Torres Arroyo

Diseño de Portada

Paola Yised Torres Arroyo

Apoyo Editorial

Ana Gabriela Sánchez Bárcenas



Educación y Tecnología, EDyT, Volúmen 4, No. 9, octubre 2025- mayo 2026, es una publicación electrónica de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE), arbitrada y editada semestralmente.

Se distribuye mediante las redes sociales y la página **Web Oficial** <https://www.somece.org.mx>

Los artículos firmados no reflejan necesariamente la línea editorial de SOMECE, por lo que son de responsabilidad plena de los autores los contenidos presentados en los mismos. Se autoriza la reproducción parcial o total con fines no lucrativos, citando puntualmente al autor y la fuente.

ISSN: 2007- 9788

Con gran entusiasmo presentamos a la comunidad académica y educativa este nuevo número de la **Revista EDyT**, un esfuerzo que no solo reúne trabajos de alto valor académico, sino que también simboliza un momento significativo en la historia de nuestra Sociedad: la reactivación de este espacio editorial después de una década.

Hoy, en 2026, retomamos este proyecto con una visión y un compromiso renovados, conscientes de los profundos cambios que han transformado el panorama educativo en los últimos años. En particular, el vertiginoso avance de la Inteligencia Artificial ha abierto nuevas posibilidades y desafíos para la enseñanza, el aprendizaje y la inclusión en todos los niveles educativos.

Este número reúne una selección de trabajos que analizan y reflexionan sobre la *“Inteligencia Artificial para la diversidad en la educación”*, eje temático sobre el cual se desarrolló el XXXVIII SIMPOSIO INTERNACIONAL SOMECE 2025. Los artículos aquí publicados reflejan la riqueza de enfoques, experiencias y propuestas que emergen cuando la tecnología se pone al servicio de la equidad, de la innovación pedagógica y de la atención a la diversidad. Cada contribución aporta elementos valiosos para comprender cómo la Inteligencia Artificial puede integrarse de manera crítica, ética y contextualizada en los procesos educativos.

En concordancia con la misión de la Revista de SOMECE, este volumen busca consolidarse como un espacio de diálogo académico en el que convergen investigadores, docentes y especialistas interesados en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación. Al mismo tiempo, nos proyectamos hacia el cumplimiento de estándares editoriales que fortalezcan la calidad, la visibilidad y el impacto de nuestras publicaciones, en línea con nuestra visión de posicionarnos como una revista de referencia en el ámbito de la informática educativa.

La reactivación de la revista no es un punto de llegada, sino un punto de partida. Implica el compromiso de elaborar una publicación periódica, rigurosa y pertinente que dé cuenta de las transformaciones educativas contemporáneas y contribuya al desarrollo del conocimiento en nuestra región y más allá de ella. En este sentido, agradecemos profundamente a las y los autores, dictaminadores y miembros del comité editorial que hicieron posible este número, así como a las instituciones que continúan apoyando el trabajo de SOMECE.

Invitamos a la comunidad académica a hacer suyo este espacio: a leer, a dialogar, a cuestionar y, sobre todo, a seguir construyendo conocimiento que impulse una educación más inclusiva, innovadora y socialmente relevante.

Atentamente,
Editora en jefe

Número 9

Carta Editorial

Artículos

Del reto al aprendizaje: TICCAD y gamificación en una yincana docente innovadora 01

Florinda Gatica Lara, Jahaziel Quintín Cruz-García,
Raquel Yamileth Hernández Felipe, Ileana Sanchez Terrón

La evaluación del futuro al alcance de tus ojos: transformando la educación con “kahoot y Realidad Virtual” 14

Dulce María Suárez Bernabe, Vianey González Rodríguez, Nesli Palafox Roma

Herramientas tecnológicas e inteligencia artificial en el aprendizaje de la estadística 27

Amanda Suárez Burgos, Jorge Oscar Rouquette Alvarado

El Acompañamiento Académico y los Sistemas de Tutoría Inteligente: El caso del Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI) en la UAM Cuajimalpa 44

Verónica García Rodríguez

Propagación de Incertidumbre en Ciencias Forenses: Un Enfoque Educativo con Monte Carlo 65

Vicente Torres Zúñiga

Innovación en el aula con Inteligencia Artificial 79

Myriam López Pérez, Rafael Villegas Velasco,
Mirelle del Carmen Sosa Caballero,
Enrique Roberto Peralta Mazagiero

Creación de entornos virtuales de Actualización Docente (EVAD): En el Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México (CAMCM) utilizando las herramientas digitales de *Google for Education* 89

Elizabeth Haydeé Molina Mendoza, Leticia Zapata Uribe, Benjamín Pascual Salín Pascual, Lizbeth Marilyn Sánchez García

Experiencias de integración de chatbots en laboratorios remotos en clases de ingeniería de las áreas de eléctrica y electrónica 106

José de Jesús López Villalobos, Laura Elena Gómez Sánchez,
Mario Alberto Tamez Álvarez, Zita Xilahuti Salazar Muñoz

Aplicaciones Educativas en la Enseñanza de Física y Matemáticas en el Bachillerato: una Evaluación de su Usabilidad y la Experiencia del Docente 121

Antonio Martín Garcés Madrigal, Selene Marisol Martínez Ramírez,
Juan Ricardo Damián Zamacona, Citlali Ivette Lelis García

Del reto al aprendizaje: TICCAD y gamificación en una yincana docente innovadora

Autores:

Gatica Lara, Florina

Cruz-García, Jahaziel Quintín

Hernández Felipe, Raquel Yamileth

Sanchez Terrón, Ileana

ORCID: 0009-0008-7671-3281

ORCID: 0009-0004-8654-9041

ORCID: 0009-0003-5752-8914

ORCID: 0009-0009-2367-7798

RESUMEN: Se diseñó e implementó una yincana educativa que integró herramientas TICCAD y gamificación como estrategia de evaluación grupal de las competencias docentes adquiridas por los participantes del Taller de Formación para Ayudantes de Profesores e Instructores (TaFAProlns) de la Facultad de Medicina de la UNAM. Este taller busca dotar a futuros docentes de herramientas pedagógicas, tecnológicas y actitudinales para su desempeño en escenarios clínicos y académicos. La yincana, diseñada como una evaluación auténtica, permitió a los participantes aplicar competencias pedagógicas, digitales y colaborativas en contextos simulados, integrando principios de gamificación y aprendizaje experiencial. La actividad se desarrolló en modalidad virtual y síncrona mediante zoom, involucrando a 257 estudiantes distribuidos en equipos de 3 a 6 integrantes. Cada grupo transitó por estaciones con retos específicos, como planeación didáctica, retroalimentación, intervención docente y diseño de evaluación, seguidas de una sesión de retroalimentación grupal. La evaluación se realizó mediante rúbricas digitales, apoyadas por inteligencia artificial para su diseño. Los resultados destacaron un desempeño satisfactorio en el 95% de los equipos, con fortalezas en trabajo colaborativo y planeación docente, aunque se identifican áreas de mejora en evaluación del aprendizaje y uso crítico de herramientas digitales. Los participantes valoraron la experiencia como innovadora, motivadora y cercana a la realidad docente, destacando la realimentación inmediata como un elemento clave. En conclusión, la yincana se posiciona como una estrategia eficaz y replicable para evaluar competencias docentes, promoviendo aprendizaje significativo, motivación intrínseca y reflexión crítica en la formación inicial de instructores de medicina.

PALABRAS CLAVE: Yincana, competencia docente, TICCAD, evaluación

ABSTRACT: An educational yincana was designed and implemented, integrating TICCAD tools and gamification as a group assessment strategy for the teaching competencies acquired by participants of the Taller de Formación para Ayudantes de Profesores e Instructores (TaFAProlns) at the Faculty of Medicine of the UNAM. This workshop aims to equip future educators with pedagogical, technological, and attitudinal tools for their performance in clinical and academic settings. The yincana, designed as an authentic assessment, allowed participants to apply pedagogical, digital, and collaborative competencies in simulated contexts, integrating principles of gamification and experiential learning.

The activity was conducted in a virtual and synchronous format via Zoom, involving 257 students distributed in teams of 3 to 6 members. Each group rotated through stations with specific challenges, such as instructional planning, feedback, teaching intervention, and assessment design, followed by a group feedback session. Evaluation was carried out using digital rubrics, supported by artificial intelligence for their design. Results highlighted satisfactory performance in 95% of the teams, with strengths in collaborative work and instructional planning, although areas for improvement were identified in learning assessment and the critical use of digital tools. Participants rated the experience as innovative, motivating, and closely aligned with real teaching practice, emphasizing immediate feedback as a key element. In conclusion, the yincana is positioned as an effective and replicable strategy for assessing teaching competencies, promoting meaningful learning, intrinsic motivation, and critical reflection in the initial training of medical instructors.

Introducción

La calidad de la enseñanza en medicina depende en gran medida de la preparación de quienes asumen la labor docente. Aunque en los últimos años ha crecido la conciencia de la importancia de la formación pedagógica, aún persisten limitaciones en la manera en que se desarrollan y evalúan estas competencias, particularmente en instructores en etapa inicial de su trayectoria (Steinert, 2010).

En la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se creó el Taller de Formación para Ayudantes de Profesor e Instructores (TaFAProIns) con el fin de dotar a los futuros docentes de herramientas pedagógicas, tecnológicas y actitudinales que fortalezcan su práctica en escenarios clínicos y académicos. Sin embargo, surgió la necesidad de contar con estrategias de evaluación más dinámicas y formativas, capaces de reflejar el desempeño integral de los participantes.

Con este propósito, se diseñó e implementó una yincana educativa como cierre del taller, que permitió a los instructores en formación, aplicar de manera colaborativa los aprendizajes y habilidades docentes adquiridas, enfrentando situaciones educativas simuladas de la práctica docente. Esta modalidad innovadora representó una alternativa frente a las evaluaciones convencionales donde prevalecen exámenes en línea o ensayos y análisis

de caso escrito entre otros y que podrían enriquecerse combinando otras estrategias e instrumentos de evaluación. Mediante el uso de la yincana se logró aportar tanto información sobre el nivel de logro de las competencias evaluadas como una experiencia motivadora de aprendizaje en sí misma para los instructores. Además, la innovación radicó en la evaluación grupal y no individual de los participantes, aplicando en su tránsito en la yincana competencias como trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, habilidades digitales y colaboración.

La implementación de una yincana educativa como estrategia de evaluación auténtica en un taller de formación de instructores en medicina resulta altamente relevante porque integra los principios de la gamificación (Deterding et al., 2011; Kapp, 2012) con escenarios que simulan desafíos reales de la docencia, permitiendo valorar de manera integral competencias pedagógicas, digitales y colaborativas en contextos significativos. A diferencia de los métodos tradicionales, la yincana sitúa al participante en un entorno activo y experiencial (Kolb, 1984), favoreciendo la motivación intrínseca y el compromiso, en línea con la teoría de la autodeterminación (Ryan & Deci, 2000). En el campo de la educación en ciencias de la salud, estudios recientes han mostrado que dinámicas gamificadas como yincanas o escape rooms potencian la profesionalización docente, al promover la reflexión sobre la práctica, el apren-

dizaje colaborativo y la autoeficacia en la enseñanza (Ramos-Morcillo et al., 2019; Molina-Torres et al., 2021). De este modo, la yincana se posiciona no sólo como un instrumento innovador de evaluación, sino como una experiencia formativa y motivadora que contribuye al fortalecimiento de la identidad docente en medicina.

Metodología

Contexto y participantes

La yincana se aplicó por primera vez en la edición 2025 del TaFAProIns. Este taller se diseñó autogestivo, aunque para fines de certificación institucional de los participantes, se estableció que se cursara durante dos semanas, y se programaron 6 fechas de impartición. Participan jóvenes (estudiantes de la licenciatura de médico cirujano, LMC) con interés en la docencia que hayan sido seleccionados por el Departamento Académico al que pertenecerán como instructores o ayudantes de profesor.

La yincana se desarrolló al final de cada una de las fechas del TaFAProIns con el propósito de dosificar el número de instructores a evaluar y coincidir con la programación calendarizada con los Departamentos Académicos. Se realizó en modalidad virtual sincrónica mediante la plataforma Zoom. En total, participaron 257 estudiantes de la LMC interesados en formarse como instructores de las asignaturas de primer y segundo año de la licenciatura, distribuidos aleatoriamente en equipos de entre 3 y 6 integrantes. La coordi-

nación y seguimiento de la dinámica estuvo a cargo de 11 académicos de la Secretaría de Educación Médica, con experiencia en didáctica y evaluación.

Objetivos de la estrategia

La implementación de la yincana tuvo como metas principales:

- Valorar el desempeño integral de los participantes en relación con competencias pedagógicas, digitales y colaborativas.
- Favorecer procesos de retroalimentación inmediata, útiles para el desarrollo profesional docente.
- Promover dinámicas de trabajo cooperativo, resolución conjunta de problemas y reflexión crítica en contextos simulados.

Fundamentación teórica

La yincana tiene un respaldo teórico pedagógico, que le da validez de su uso en actividades académicas como la evaluación auténtica integrando el uso de las Tecnologías de la Información Comunicación Conocimiento y Aprendizaje Digital (TICCAD) y la gamificación. El diseño de la actividad integró distintas perspectivas como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Aportaciones teóricas a la yincana como estrategia de evaluación auténtica.

Teoría / Enfoque	Autor(es)/ Referente(s)	Principios centrales	Aplicación a la yincana educativa en docencia en salud
Aprendizaje experiencial	David Kolb (1984)	El aprendizaje se genera a través del ciclo de la experiencia: vivencia, reflexión, conceptualización y aplicación.	Cada estación de la yincana representa una experiencia práctica; los participantes reflexionan en equipo, conceptualizan su desempeño y transfieren lo aprendido a situaciones docentes reales.
Aprendizaje situado	Jean Lave & Etienne Wenger (1991)	El conocimiento cobra sentido en contextos auténticos y comunidades de práctica.	Las estaciones simulan situaciones verosímiles de la enseñanza médica, promoviendo la práctica dentro de una comunidad colaborativa de instructores en formación.
Teoría de la autodeterminación	Deci & Ryan (2000)	La motivación aumenta cuando se satisfacen las necesidades de autonomía, competencia y relación social.	La yincana fomenta la autonomía en la toma de decisiones, el sentimiento de competencia al superar retos y la relación social mediante el trabajo en equipo.
Gamificación del aprendizaje	Deterding et al. (2011), Kapp (2012)	Uso de dinámicas de juego (retos, tiempo, retroalimentación inmediata) para incrementar motivación y compromiso.	Las estaciones operan como "desafíos" con tiempo limitado, objetivos claros y retroalimentación inmediata, lo que mantiene el interés y la motivación de los participantes.
Heutagogía (aprendizaje autodeterminado)	Blaschke (2012)	El aprendizaje se centra en la autonomía del estudiante y en la capacidad de gestionar sus propias metas y procesos.	En la yincana, los equipos deben autogestionar su desempeño, elegir estrategias y asumir responsabilidad compartida de su aprendizaje.
Evaluación auténtica	Wiggins (1998), Mueller (2018)	Se evalúa el desempeño en tareas que reflejan problemas o situaciones reales, no en ejercicios artificiales.	Cada estación evalúa competencias docentes aplicadas en escenarios verosímiles, lo que permite valorar de manera integral y formativa las habilidades adquiridas.
Modelo TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y Disciplinar)	Mishra & Koehler (2006)	Integración de conocimientos disciplinares, pedagógicos y tecnológicos para la práctica docente.	La yincana incorpora recursos digitales, estrategias pedagógicas y contenidos disciplinares de medicina, reforzando la competencia docente en entornos virtuales.

Estructura de la actividad

Cada grupo transitó por cuatro estaciones más una de realimentación grupal al término del circuito, con duración de 15 minutos cada una. La experiencia se diseñó en dos momentos:

- Dinámica inicial de activación: breve ejercicio para reducir la tensión y fomentar cohesión en los equipos, de tres minutos de duración. Iniciar con una actividad es característica de la yincana.

- **Reto pedagógico:** cada grupo transitó por cuatro salas virtuales con retos docentes específicos, de 12 minutos cada una.

Los contenidos pedagógicos considerados fueron los siguientes:

1. **Planeación didáctica:** organización de una clase breve con objetivos, contenidos y metodología.
2. **Propuesta de intervención docente para comunicación efectiva y profesionalismo.**
3. **Técnicas de retroalimentación:** análisis de un caso de estudiante y propuesta de retroalimentación formativa.
4. **Diseño de evaluación:** análisis de caso para definir tipo de evaluación y proponer instrumento y recurso ideal.

Al finalizar las cuatro estaciones, se abrió el espacio de realimentación grupal, que consiste en el cierre colectivo para devolución de resultados y reflexión, con duración aproximada de 20 minutos. Además, se integró un proceso de autoevaluación, mediante un Google Forms®, donde cada sustentante valoró su desempeño individual y grupal.

En cada estación participaron académicos como observadores y facilitadores, quienes emplearon rúbricas analíticas digitales. Para la elaboración de las rúbricas de evaluación se utilizó inteligencia artificial generativa (Chat GPT y Gemini) como recurso innovador de apoyo en la estructuración de criterios y descriptores, los cuales fueron validados por el equipo académico. (Fig.1)

Calificación:				
Coordinación e imitación de movimientos	No hay coordinación; el imitador no sigue adecuadamente e los movimientos. 0 puntos	Imitación con desfasos importantes; se pierde el ritmo. 1 punto	Buena coordinación; algunos pequeños desfasos en la imitación. 2 puntos	Los movimientos son fluidos y la imitación es precisa y sincronizada. 3 puntos
Alternancia de roles	No se realiza la alternancia de roles. 0 puntos	El cambio de roles se da de forma confusa o incompleta. 1 punto	Se alternan los roles, aunque de forma ligeramente desbalanceada. 2 puntos	Ambos participantes cumplen con los roles de líder y espejo de manera equitativa. 3 puntos
Concentración y disposición	Falta clara de concentración o actitud de desinterés evidente. 0 puntos	Se nota falta de atención o interés en alguno de los participantes. 1 punto	Buena disposición y atención, aunque con momentos de distracción leves. 2 puntos	Ambos se muestran concentrados, atentos y comprometidos con la actividad. 3 puntos

Calificación:				
Resumen del caso (5)	Incompleto o con errores importantes; difícil de comprender. 0 puntos	Parcialmente claro, con omisiones relevantes o estructura deficiente. 1 punto	Incluye los elementos clave del caso, aunque con ligeros errores o fallas. 2 puntos	Preciso, completo y bien estructurado. Incluye todos los elementos clave del caso. 3 puntos
Identificación de aspectos positivos (1)	No identifica o minimiza los aspectos que sufre el bien. 0 puntos	Lista superficialmente algunos aspectos positivos, con poca profundidad. 1 punto	Menciona adecuadamente los aspectos positivos, pero sin análisis profundo. 2 puntos	Enumera y analiza con claridad los fortalezas del desempeño observado. 3 puntos
Identificación de oportunidades de mejora (5)	No identifica oportunidades claras de mejora. 0 puntos	Enumera algunas mejoras posibles, pero sin claridad ni justificación. 1 punto	Señala áreas de mejora con fundamentos generales. 2 puntos	Reconoce con claridad y fundamento áreas de mejora, con ejemplos. 3 puntos
Propuesta de puntos de acción y responsables (1)	No propone acciones o son vagas y vagas. 0 puntos	Las acciones son poco claras o carecen de responsables específicos. 1 punto	Las acciones propuestas son pertinentes, aunque algo generales. 2 puntos	Presenta acciones concretas, viables y responsables bien definidas. 3 puntos
Trabajo colaborativo	Poca o nula colaboración; participación limitada a uno o dos integrantes. 0 puntos	Participación desigual o poca colaborativa. 1 punto	Participación equitativa con mínima intervención desigual. 2 puntos	Todos los miembros participan de forma equitativa y activa. Se evidencia trabajo en equipo. 3 puntos
Claridad, redacción y organización del formato	Desorganizado, con errores que dificultan la comprensión. 0 puntos	Estructura aceptable, pero con errores que afectan la claridad. 1 punto	Buena organización, con pocos errores de redacción o formato. 2 puntos	El formato STCP está organizado, es claro y está bien redactado. 3 puntos

Fig. 1: Rúbricas elaboradas con Chat GPT y Gemini incorporadas en aula de Moodle.

Desarrollo de la implementación

El circuito completo de la yincana se desarrolló con una duración total de 90 minutos. Inició en una sala general de Zoom y, posteriormente, los participantes se distribuyeron en subgrupos mediante salas paralelas para trabajar en las distintas estaciones (15 min. de duración), actividad que se desarrolló durante aproximadamente 60 minutos. Finalmente, se destinaron entre 20 a 30 minutos adicionales para la realimentación grupal en la sala general.

Cada equipo recibió instrucciones específicas para resolver los retos planteados. El tiempo fue gestionado por los facilitadores con apoyo de un cronograma centralizado que aseguraba la rotación de manera equitativa.

Los resultados de cada equipo fueron documentados en rúbricas electrónicas, lo que permitió obtener datos tanto cuantitativos como cualitativos que se vertieron en una tabla general para tener datos en la realimentación grupal al cierre de la yincana. Al concluir el recorrido por las estaciones, todos los participantes se reunieron en una sesión plenaria, donde se compartieron hallazgos y se proporcionó realimentación grupal

global. Se elaboró una escala formativa de realimentación integrada por niveles de desempeño con personajes de películas y caricaturas en analogía a docentes de excelencia o con perfiles a mejorar, lo que generó un entorno agradable y de disposición a escuchar las sugerencias de mejora de su desempeño grupal.

Este esquema no sólo permitió valorar competencias, sino que también generó un ambiente lúdico y cooperativo, en el que los participantes pudieron contrastar sus ideas y tomar decisiones conjuntas.

Resultados

Cobertura total: Los 257 participantes completaron la yincana, trabajando en 54 equipos (fig. 2). Esto representó la realización de seis yincanas mediante Zoom, en diferentes fechas y horarios a fin de cubrir el total de participantes. En general, para atender a la población participante se realizaron 6 yincanas (fig. 3).

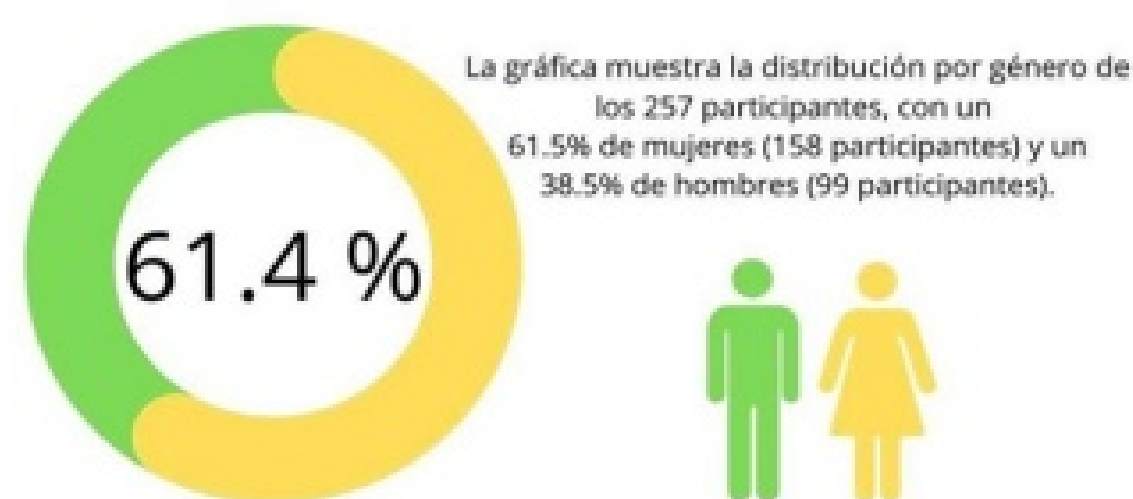


Fig. 2: Distribución por género de los participantes en la yincana grupal.

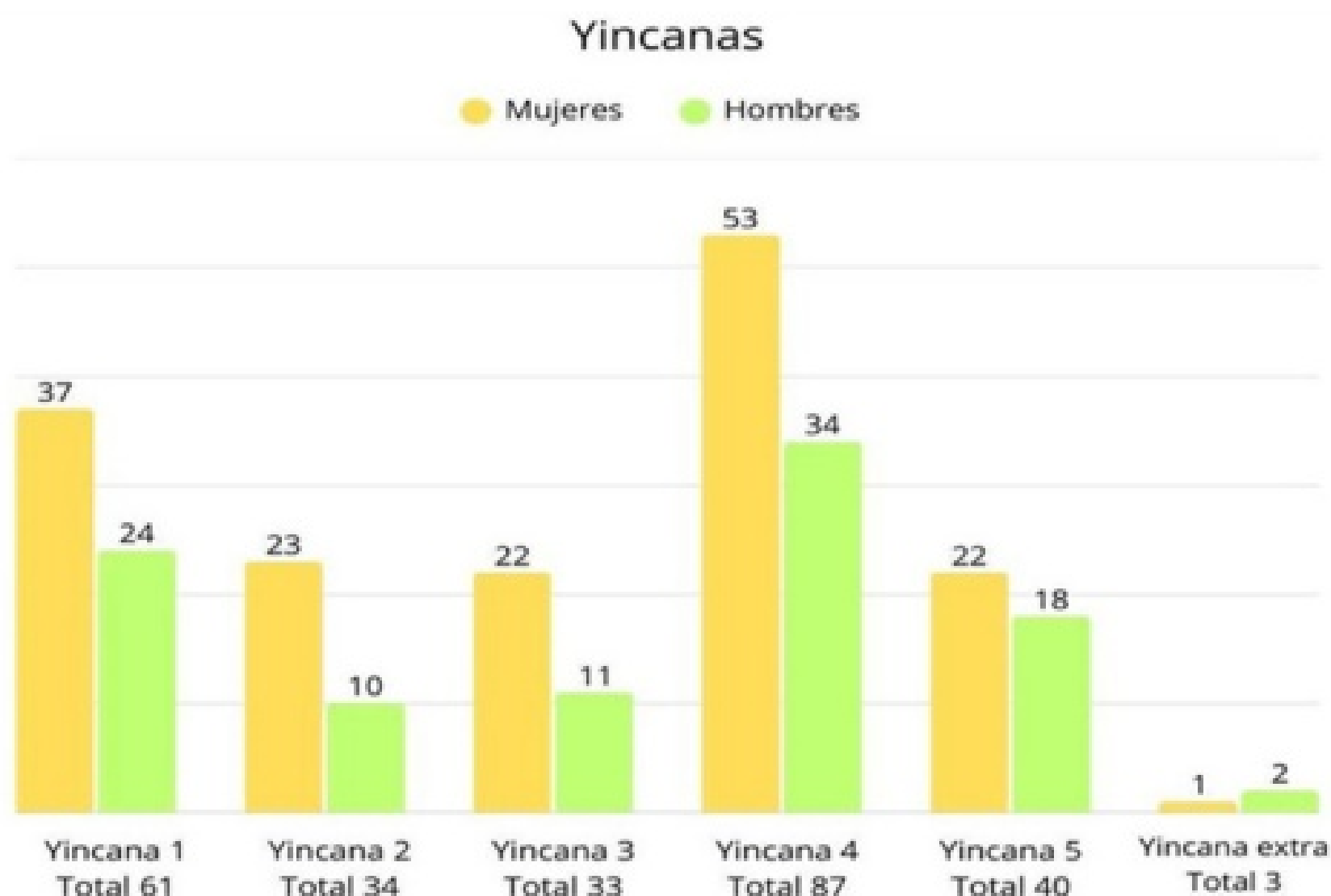


Fig. 3: Distribución por género en cada yincana realizada para evaluar las competencias docentes de los futuros instructores.

La organización en salas y dinámica del circuito de la yincana grupal se organizó en un componente de actividad física para relajar a los participantes y disminuir ansiedad o estrés en este tipo de evaluación formativa grupal, el otro componente fue la parte pedagógica donde aplicaban propiamente sus habilidades docentes para lograr el desafío como equipo poniendo en práctica las competencias adquiridas a lo largo del TaFAProIns (fig. 4).



Fig. 4: Representación gráfica de la distribución de estaciones en el circuito de la yincana educativa realizada vía zoom, se indica el nombre de la estación, el componente de actividad física y la parte pedagógica, así como la sala de realimentación grupal, el circuito duró 90 minutos.

Desempeño en competencias: El 95% de los grupos alcanzó un nivel satisfactorio en las rúbricas, destacando el trabajo colaborativo y la planeación docente como fortalezas, lo que se evidenció en un alto porcentaje de respuesta en el formulario de autoevaluación. En contraste, se identificaron áreas de mejora en la evaluación del aprendizaje y en el aprovechamiento crítico de herramientas digitales.

Respecto al desarrollo de la parte de activación física cuyo valor fue de 5 puntos como máximo en cada estación, el 92% de los participantes se mostró participativo, con disposición a las actividades establecidas y colaboró activamente con su equipo (tabla 2). Esto relajaba al participante, los motivó y preparó para la parte pedagógica.

Tabla 2. Distribución de puntuaciones globales por yincana y estación tanto de la parte Gym (activación física) como el componente pedagógico (desafíos académicos).

	YINCANA 1		YINCANA 2		YINCANA 3		YINCANA 4		YINCANA 5		YINCANA 6	
Fase	GYM	Pedag.	GYM	Pedag.	GYM	Pedag.	GYM	Pedag.	GYM	Pedag.	GYM	Pedag.
E1 Planificación didáctica	3.74	17.22	3.25	18.19	4.31	19.1	4.34	19.23	4.08	18.05	1.5	20
E2 Realimentación	3.96	17.84	4.86	17.03	3.95	18.43	4.55	18.75	4.72	17.62	5	16.67
E3 Propuesta de intervención	4.36	19.51	4.61	19.16	4.62	20	4.53	19.22	4.62	18.47	5	18.89
E4 Evaluación	4.57	16.54	4.29	14	4.53	15.75	4.93	17.93	3.88	17.12	5	15

En la comparación de los resultados obtenidos en las yincanas, se observa que la participación en los desafíos físicos (GYM), cuya calificación máxima fue de 5, alcanzó en la mayoría de los casos valores cercanos al puntaje esperado, lo que refleja un buen nivel de motivación y disposición de los estudiantes para actividades dinámicas.

En cuanto a la parte pedagógica, evaluada sobre 20 puntos por estación, los estudiantes mostraron un desem-

peño sólido, con calificaciones que en su mayoría se ubicaron por arriba de 15 puntos. Esto evidencia que lograron desarrollar de manera adecuada las tareas más complejas, como la elaboración de una planeación didáctica y la aplicación del modelo STOP para la realimentación. De manera general, los resultados muestran que los estudiantes no solo se involucraron activamente en los retos lúdicos, sino que también demostraron un dominio considerable en las actividades pedagógicas, logrando

articular la teoría con la práctica. Las calificaciones más altas se obtuvieron en la propuesta de intervención (E3), lo que indica sensibilidad y capacidad crítica frente a problemáticas educativas, mientras que en el área de evaluación (E4) se identifican ligeras variaciones que podrían fortalecerse con más práctica.

En conclusión, la estrategia de combinar dinámicas físicas con actividades pedagógicas resultó efectiva para favorecer la participación activa, la reflexión crítica y la integración de aprendizajes significativos (fig. 5 y fig. 6).

Con relación a la percepción de los participantes, la mayoría de los comentarios cualitativos resaltaron la experiencia como innovadora, motivadora y cercana a la realidad docente. Se valoró especialmente la realimentación inmediata como un insumo para continuar mejorando.

En el aspecto de la motivación, la dinámica fue descrita por los estudiantes como más atractiva y desafiante que los exámenes tradicionales, lo cual favoreció altos niveles de implicación y compromiso.

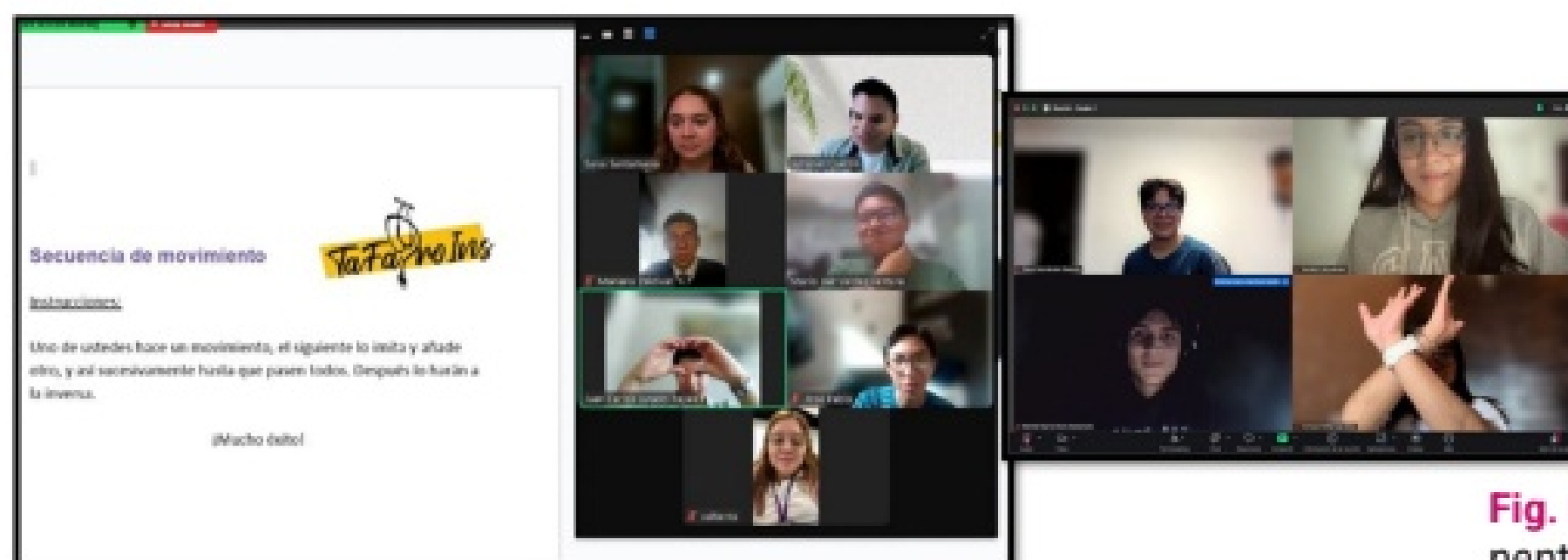


Fig. 5: Ejemplo del componente de activación física (Gym) de una estación de la yincana.

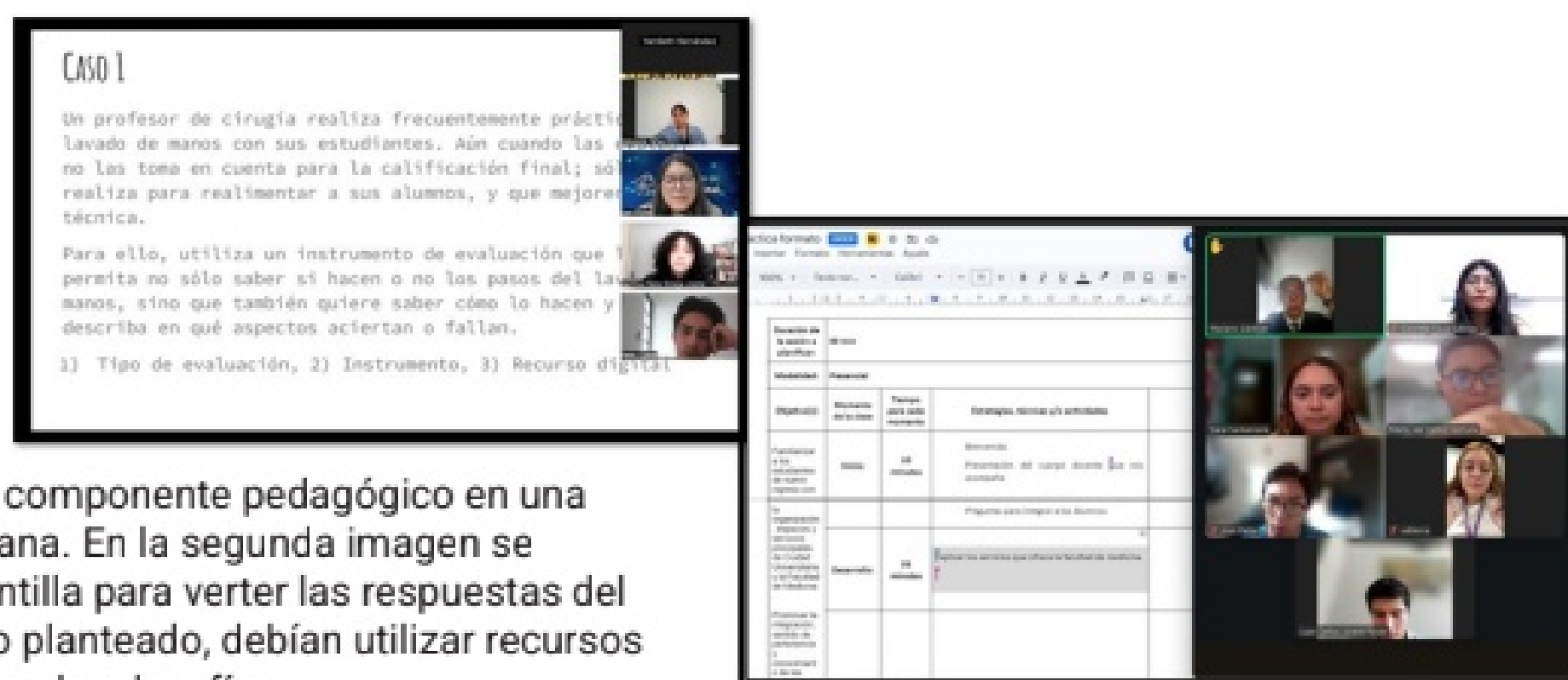


Fig. 6: Ejemplo del componente pedagógico en una estación de la yincana. En la segunda imagen se representa una plantilla para verter las respuestas del equipo al escenario planteado, debían utilizar recursos TICCAD para resolver los desafíos.

Durante la realimentación grupal al término de la yincana, se le administraba un cuestionario a los participantes para autoevaluarse y expresar comentarios sobre su experiencia (fig. 7).

La realimentación final grupal se presentó con una escala con personajes de cómics o películas donde se destacaba el rol docente en analogía a

profesores con nivel de reinención, en construcción resiliente, proactivo hasta el docente de excelencia o sabiduría transformadora (fig.8). Esta clasificación y analogía les motivó ya que la población es joven y se sintieron identificados con los personajes y sus cualidades docentes que les caracterizaban de acuerdo al puntaje grupal obtenido.

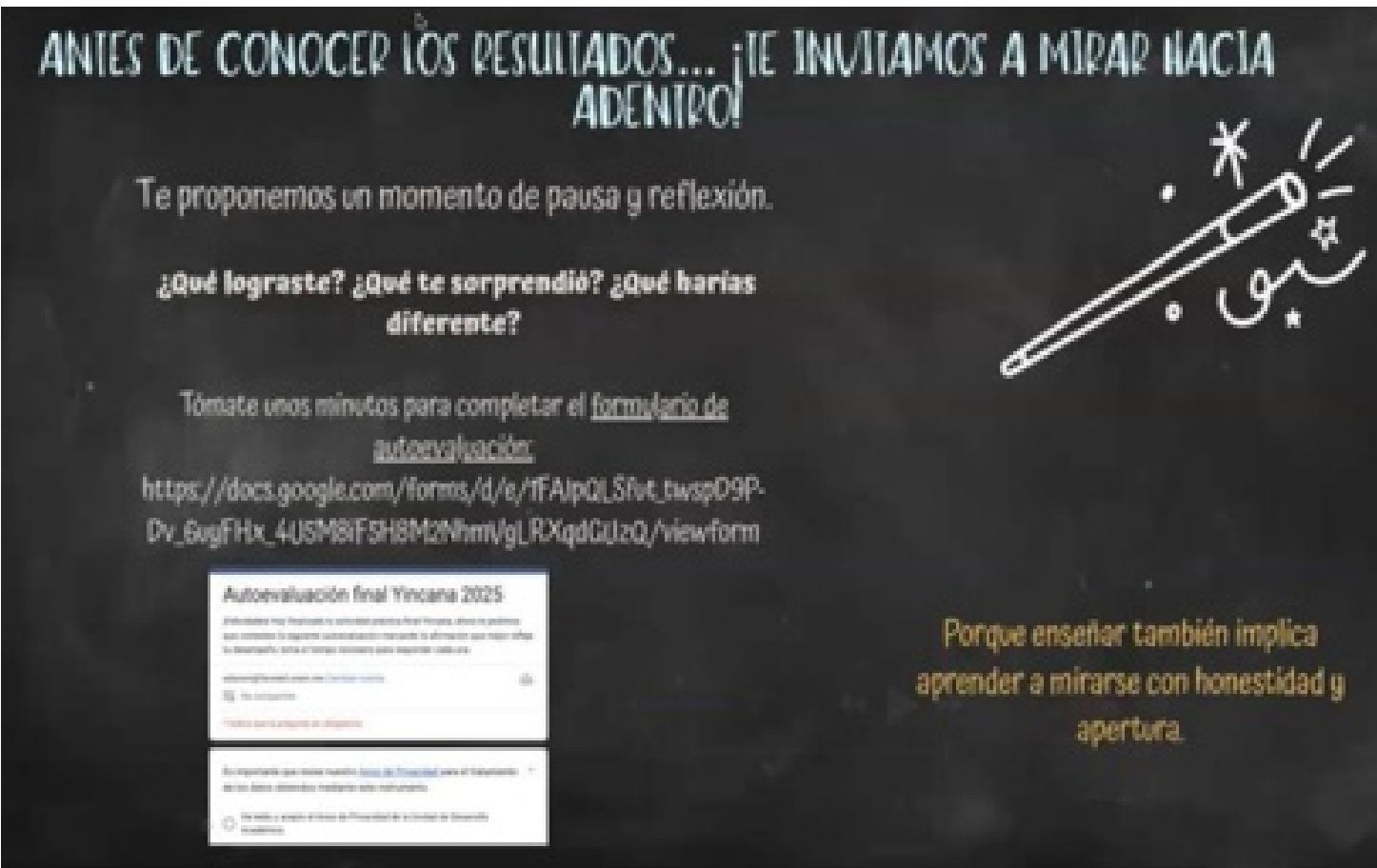


Fig. 7: Acceso al formulario de autoevaluación de los participantes en la yincana. Esta actividad la realizaban en la sala general de realimentación.

Fig. 8: Escala de realimentación de acuerdo al puntaje grupal obtenido. Cada nivel tiene una descripción específica y brinda sugerencias según áreas de oportunidad.



Fue nutrida la participación de los aspirantes a instructores así como la colaboración del equipo coordinador

y evaluador de la Yincana, ejemplo de trabajo en equipo, toma de decisiones y colaboración (fig. 9).



Fig. 9: Ejemplo de una sesión de yincana con los participantes en sala general de zoom para integrarse a subsalas. Al término regresaban y se brindaba realimentación.

Discusión

La literatura sobre aprendizaje gamificado y actividades tipo yincana describe efectos consistentes en la evaluación grupal y el trabajo colaborativo que coinciden con los hallazgos reportados en este trabajo. Estudios sobre gamification y diseño de juegos educativos muestran que elementos de juego (reto, retroalimentación inmediata, puntos/competencias) aumentan la implicación y la motivación intrínseca cuando satisfacen las necesidades de autonomía, competencia y relación del estudiante (Deterding et al., 2011). Revisiones empíricas indican además que la gamificación y las búsquedas/actividades basadas en tareas mejoran el compromiso y la persistencia en la tarea (Hamari, Koivisto & Sarsa, 2014). En educación médica y profesiones de la

salud, el uso de tecnologías e intervenciones activas (incluyendo aprendizaje en línea y simulación) ha demostrado equivalencia o ventaja respecto al aprendizaje tradicional en adquisición de competencias y conducta profesional (Cook et al., 2008; Issenberg et al., 2005). Por tanto, la mayor motivación e interés observados en los instructores en formación cuando se aplicó la yincana con TICCAD se alinea con el efecto esperable de combinar diseño lúdico con soporte tecnológico y aprendizaje activo.

Además, la evidencia sobre aprendizaje cooperativo y métodos orientados a equipos respalda los efectos positivos en colaboración, toma de decisiones y comunicación que sugiere su estudio.

Los análisis de educación interprofesional y colaborativa también muestran que intervenciones que promueven interacción real y roles compartidos favorecen la comunicación, la toma de decisiones y la responsabilidad compartida —resultados congruentes con sus observaciones sobre competencias docentes emergentes tras la yincana— (Reeves et al., 2013). Una yincana docente mediada por TIC (TICCAD) funciona como herramienta válida para evaluación formativa y desarrollo de competencias docentes (motivación, interés, colaboración, comunicación y toma de decisiones), especialmente cuando la actividad está alineada con objetivos de aprendizaje y ofrece retroalimentación estructurada, tal como se observó en este trabajo.

Conclusiones

La experiencia de la yincana grupal y síncrona demostró ser un recurso eficaz, adaptable y replicable para la evaluación de competencias docentes en la formación inicial de instructores de medicina. No existen experiencias previas de su aplicación al menos en México en el área de formación docente, lo que la ubica como una estrategia de gamificación creativa y factible.

Sus principales aportes incluyen:

- La integración de elementos lúdicos y colaborativos que aumentaron la motivación.

- La posibilidad de realizar una evaluación integral del desempeño docente en un tiempo reducido.

- La generación de realimentación inmediata, fundamental para el desarrollo profesional.

- La adaptabilidad a diferentes modalidades (virtual, híbrida o presencial).

- La integración de recursos TICCAD para potenciar su desarrollo y resolución por los participantes.

De esta manera, la yincana educativa se posiciona no sólo como un mecanismo de evaluación, sino como una experiencia de aprendizaje significativo y reflexivo que fortalece la preparación de los futuros docentes de medicina, además de caracterizarse por ser un instrumento de evaluación grupal donde prevalece el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas. Por lo que se convierte en un recurso innovador, original y fácil de implementar. 

Agradecimientos

Esta experiencia innovadora de evaluación no habría sido posible sin la colaboración y el compromiso del equipo docente de la Unidad de Desarrollo Académico. Con especial agradecimiento a la Lic. Gabriela Meza, por su valiosa participación en la revisión, elaboración y ejecución de las

actividades, tanto en la dimensión teórica como en la práctica (Yincanas), demostrando siempre disposición y compromiso.

De igual manera, reconocemos a la Dra. Mirlene Barrientos, quien contribuyó como una de las diseñadoras de la parte teórica del taller de instructores, además de colaborar activamente en la revisión y ejecución de los contenidos, aportando con ello a la solidez del proyecto.

Finalmente, y de manera muy especial, expresamos nuestro profundo agradecimiento a la Dra. Diana Sesma Castro, Jefa de la Unidad de Desarrollo Académico, cuya visión, liderazgo y compromiso académico fueron determinantes para la consolidación de esta propuesta.

Referencias

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–1v5). ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). *Does gamification work? — A literature review of empirical studies on gamification*. Computers in Human Behavior.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Molina-Torres, G., González, M. J., & Pérez-González, B. (2021). La yincana como estrategia de aprendizaje y motivación en estudiantes universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 32(2), 311–323. <https://doi.org/10.5209/rced.69157>
- Ramos-Morcillo, A. J., Leal-Costa, C., Moral-García, J. E., & Ruzafa-Martínez, M. (2019). Escape rooms and yincanas for learning: A systematic review. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 6, 238212051988102. <https://doi.org/10.1177/2382120519881025>
- Reeves, S., Perrier, L., Goldman, J., Freeth, D., & Zwarenstein, M. (2013). Interprofessional education: effects on professional practice and healthcare outcomes (Cochrane review).
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Steinert, Y. (2010). Faculty development: From workshops to communities of practice. *Medical Teacher*, 32(5), 425–428. <https://doi.org/10.3109/01421591003677897>
- Wiggins, G. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. Jossey-Bass.

La evaluación del futuro al alcance de tus ojos

Transformando la educación con “kahoot y Realidad Virtual”

Autores:

Suárez Bernabe, Dulce María
González Rodríguez, Vianey
Palafox Roma, Nesli

ORCID: 0009-0003-5439-8202

ORCID: 0009-0002-4466-8486

ORCID: 0009-0005-5646-8352

RESUMEN: *Se propone utilizar Kahoot y Realidad virtual (RV) como tecnologías innovadoras para mejorar significativamente el proceso de aprendizaje-enseñanza. La integración de estas busca una educación interactiva y activa, ofreciendo diversas oportunidades para la calidad y accesibilidad.*

Es decir, su objetivo es implementar el uso de dispositivos móviles, por otro lado las contemplamos herramientas basadas en el juego y a la interacción en aulas, lo cual aumenta la motivación, participación, curiosidad, descubrimiento. Por otra parte, transforman el aula en un entorno dinámico y competitivo, donde el aprendizaje se transforma, adaptándose a diversas necesidades. Para esta experiencia se planteó una secuencia didáctica, se desarrolló en informantes de diferentes edades por lo tanto fue funcional para desarrollar un ambiente de confianza, a lo cual se desarrollaron actividades para plantear estas tecnologías para experimentar sus distintas funciones a través de la gamificación y espacios físicos simulados, visto que para desarrollar los materiales utilizados fueron dispositivos móviles, los lentes de RV fueron recurso de utilidad para poder transmitir estas formas de aprendizaje, y no solo quedarnos con lo tradicional, a lo cual impulsamos el uso de tecnologías. Así para una mejor experiencia se llevó a cabo experimentar con inteligencia artificial (IA) utilizando META IA de whatsapp que tiene la función como un asistente virtual dentro de chats, es decir, puedes hablar con asimismo fuera un contacto más, le haces una pregunta y te responde al momento. Es fundamental que la práctica de estas se naveguen con consentimiento asegurando la inclusión y el uso ético.

PALABRAS CLAVE: *aprendizaje-enseñanza, educación, inteligencia artificial, tecnología, dispositivos móviles.*

ABSTRACT: *This study proposes integrating Kahoot, Virtual Reality (VR), and Artificial Intelligence (AI) as innovative tools to promote active and participatory learning. Through a didactic sequence applied to high school students in Puebla, Mexico, Kahoot was used for playful content review, VR headsets for immersive experiences, and Meta AI (WhatsApp) as a quick consultation assistant.*

The results show that these technologies significantly increase motivation, curiosity, and knowledge retention by transforming the classroom into a dynamic and competitive environment. In pedagogical practice, it is concluded that gamification and AI not only facilitate the understanding of complex concepts but also promote a more inclusive, relevant education adapted to the digital needs of future generations, always under an ethical and critical approach.

Introducción

Cada día se hace más evidente el uso de la inteligencia artificial (IA) en nuestra vida cotidiana, pero en el ámbito de la educación aún quedan muchos elementos por investigar para poder darle una verdadera y correcta implementación. Sin embargo, el usar esta herramienta sigue siendo una gran ventaja, ya que ayuda a la hora de impartir y generar conocimiento, busca una integración de la tecnología e incluye los verdaderos ejes del saber (Moreno 2019).

Por otro lado, las aplicaciones de esta tecnología en educación se basan en una amplia gama de técnicas, que incluyen datos educativos. Pero...¿Qué es la IA? Definitivamente existen diversas definiciones, por ello comenzaremos explicando qué es la inteligencia, de acuerdo al libro (SGMA, inteligencia artificial "S. F.") Es la facultad de conocer o de entender; Es el grado en que un individuo puede resolver satisfactoriamente una nueva situación o un problema. La inteligencia está basada en el nivel de conocimientos individuales y tiene la habilidad de manipular o reformular apropiadamente los conocimientos, en base a los datos que se proporcionan como requerimientos para resolver algún problema o situación.

Entonces, con esto se puede definir la IA como la habilidad de los ordenadores para hacer actividades que normalmente requieren inteligencia humana, es decir, es la capacidad para

usar algoritmos, con el fin de aprender los datos para utilizarlos en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano. Sin embargo, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez. Asimismo, la proporción de errores es significativamente menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas.

En este trabajo se investiga la implementación y el impacto de integrar herramientas digitales como lo es *Kahoot!* y lentes de realidad virtual en entornos educativos, al funcionar la interactividad lúdica de estas dos herramientas digitales, se facilita la metodología de enseñanza, creando experiencias educativas más dinámicas, participativas y mejorables. Teniendo como compromiso el analizar la viabilidad y los beneficios para un mejor aprendizaje, destacando la capacidad para fomentar un compromiso activo y mejorar la comprensión de contenido.

Cómo bien nos damos cuenta en la actualidad se busca un aprendizaje activo, participativo y significativo en el aula, este se enfoca en la interacción, e integración con los contenidos visualizados, algo interesante y atractivo para ellos es la tecnología, por ello podemos sacarle un buen provecho para que estos construyan su propio aprendizaje de una nueva forma incluyendo teoría y práctica, por medio de la utilización de estas grandes herramientas tecnológicas. (Coapaza, M, 2024).

Algo que se está volviendo tendencia es la utilidad de la (IA) la inteligencia artificial, algo que la mayoría de nosotros tenemos a nuestro alcance y que adaptandolas a actividades ya conocidas les dará un plus para mejorar el aprendizaje educativo, de acuerdo a la encuesta que realizamos y la encuesta antes vista nos damos cuenta de que a la mayoría les interesa la tecnología, algo que para nosotros es muy bueno ya que más adelante los ayudará a mejorar habilidades que no tienen desarrolladas. (Espinoza 2024)

Todo esto los ayudarán a crecer para que rompan con las brechas digitales y el analfabetismo, la realidad virtual, la inteligencia artificial y aplicaciones podrían mejorar la comprensión de los conceptos teóricos principalmente para que no sea tan aburrido, aunque algunos estudiantes valoran positivamente su potencial para mejorar el aprendizaje, otros muestran desconfianza o preocupaciones sobre su eficacia. (León, 2024)

Para lograr lo antes mencionado, se implementó una clase en el municipio de Yehualtepec, Puebla, con once informantes de media superior utilizando la herramienta de Kahoot para repasar un tema previamente realizado, esta aplicación tiene como principal ventaja impulsar el trabajo en equipo.

De igual manera se utilizaron lentes de realidad virtual, gracias a ellos se pudo tener una clase de manera más divertida y menos aburrida, los cuáles son mayormente recomendados para

un rescate de conocimientos previos.

Metodología y/o Desarrollo

Esta sección detalla la metodología implementada para la actividad educativa que combinó el juego *Kahoot!* sobre la Tabla Periódica, la visualización de un video 360° sobre el tema del teatro, a través de lentes de realidad virtual, y la exploración de la inteligencia artificial *WhatsApp Meta AI* como herramienta de apoyo. El objetivo principal fue demostrar la accesibilidad y utilidad de la inteligencia artificial en el aprendizaje, fomentando la interacción y el interés de los informantes, destacando que no siempre es bueno utilizarla para elaborar todo si no que sirve como apoyo y complemento.

Si bien nos damos cuenta en estos tiempos la utilización de estas herramientas a crecido enormemente, ya que transforma grandes aspectos de nuestras vidas, es decir puede ser adaptado de acuerdo a nuestras necesidades y estilos de aprendizaje, por ejemplo, si no conocemos de algún tema o nos interesa saber de algo rápidamente aparte del navegador que tiene nuestro teléfono o herramienta digital, podemos utilizar alguna de las tantas inteligencias artificiales una característica de ellas es que son específicas, contestan rápidamente y detallando lo que preguntaste y en qué ayuda en ahorrar tiempo. (La inteligencia artificial, 2023).

Son un grandioso apoyo obviamente si sabes darle un buen uso y sacarle provecho y de eso platicamos con nuestros informantes es bueno utilizarla pero no siempre, tenemos igual que pensa, ella es un apoyo solamente no la que nos va a resolver la vida, es un complemento a lo que queremos saber, interpretar o conocer, ya que mejoran la forma en que aprendemos o la manera en que enseñamos ya que podemos buscar grandes ideas y lo más bueno de esto es que podemos adaptarlo de acuerdo a como queramos, ya que estás proporcionan una retroalimentación inmediata.

Esta los ayudarán a crecer para que rompan con las brechas digitales y el analfabetismo, la realidad virtual, la inteligencia artificial y aplicaciones podrían mejorar la comprensión de los conceptos teóricos principalmente para que no sea tan aburrido, aunque algunos estudiantes valoran positivamente su potencial para mejorar el aprendizaje, otros muestran desconfianza o preocupaciones sobre su eficacia. (Licona 2024)

La actividad se llevó a cabo con un grupo de informantes de multigrado de bachillerato en la institución de la universidad IEDEP. La metodología se estructuró en las siguientes fases:

Introducción y contextualización

Se presentó a los estudiantes el objetivo de la actividad, destacando la importancia de la Tabla Periódica y el potencial de las nuevas tecnologías, incluyendo la realidad virtual y la inteligencia artificial. Se realizó una breve encuesta inicial para conocer el nivel de familiaridad de los informantes con *WhatsApp Meta AI* y otras herramientas de inteligencia artificial, como también el conocimiento sobre el teatro y elementos de la tabla periódica.

En esta imagen se visualiza la participación de los informantes al contestar una serie de preguntas que nos ayudaron como equipo a visualizar el rango de aprendizaje que tenían



Fig. 1: Aplicación de la evaluación diagnóstica.

Resultados del examen diagnóstico

Durante la evaluación diagnóstica realizamos diferentes interrogantes las imágenes de las gráficas, los resultados que se muestran son muy favorables ya que la mayoría de participantes alguna vez habían utilizado esta aplicación de kahoot en sus clases, como también los lentes de realidad virtual ya que en una actividad de la universidad requerimos de realizar una actividad con ellos y la mayoría de ellos participaron en esa ocasión.

En esta gráfica (Fig. 2) se observa que la mayoría de los participantes mencionan que las inteligencias artificiales o la manera de emplearlas es de gran ayuda ya que si desconoces algún término o necesitas ayuda en un tema en específico te puede ayudar a complementar tu opinión o información.

En esta gráfica (Fig. 3) se observa que la mayoría de los participantes mencionan que las inteligencias artificiales o la manera de emplearlas es de gran ayuda ya que si desconoces algún término o necesitas ayuda en un tema en específico te puede ayudar a complementar tu opinión o información.

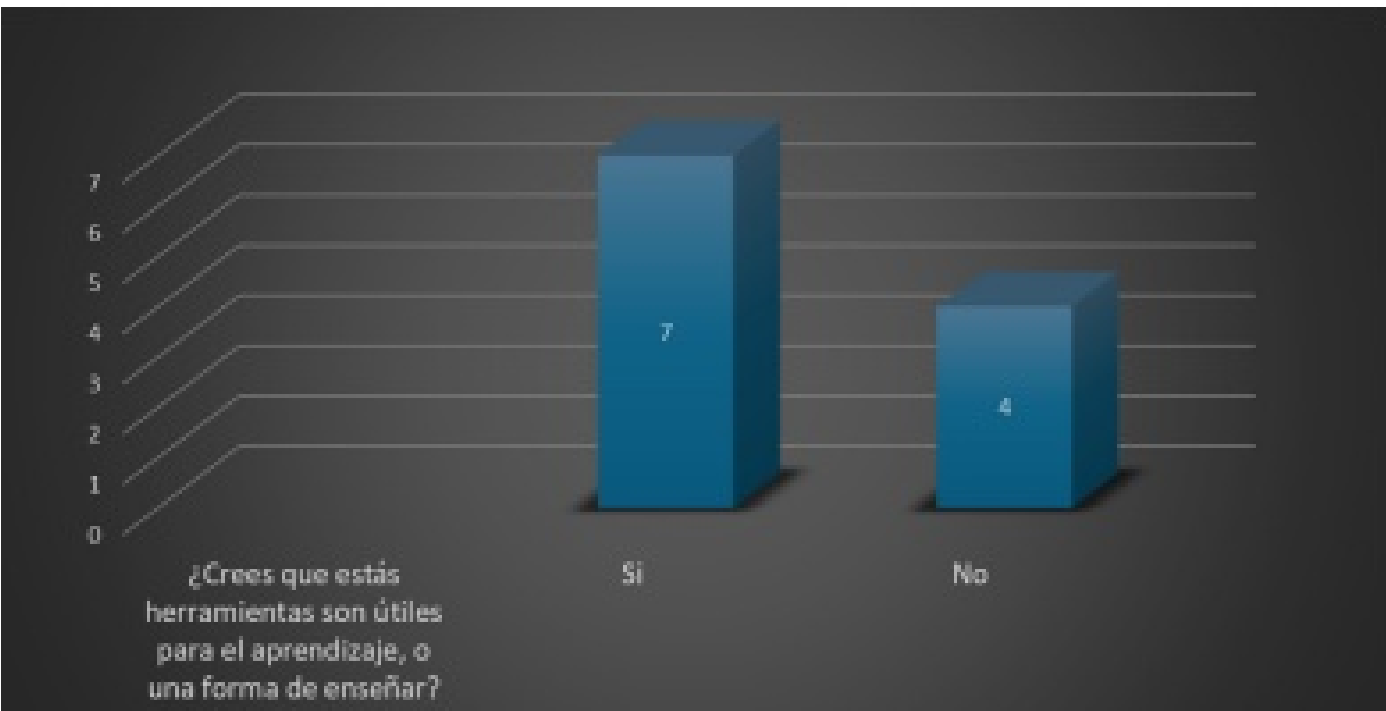


Fig. 2: Datos de acuerdo a la primera interrogante

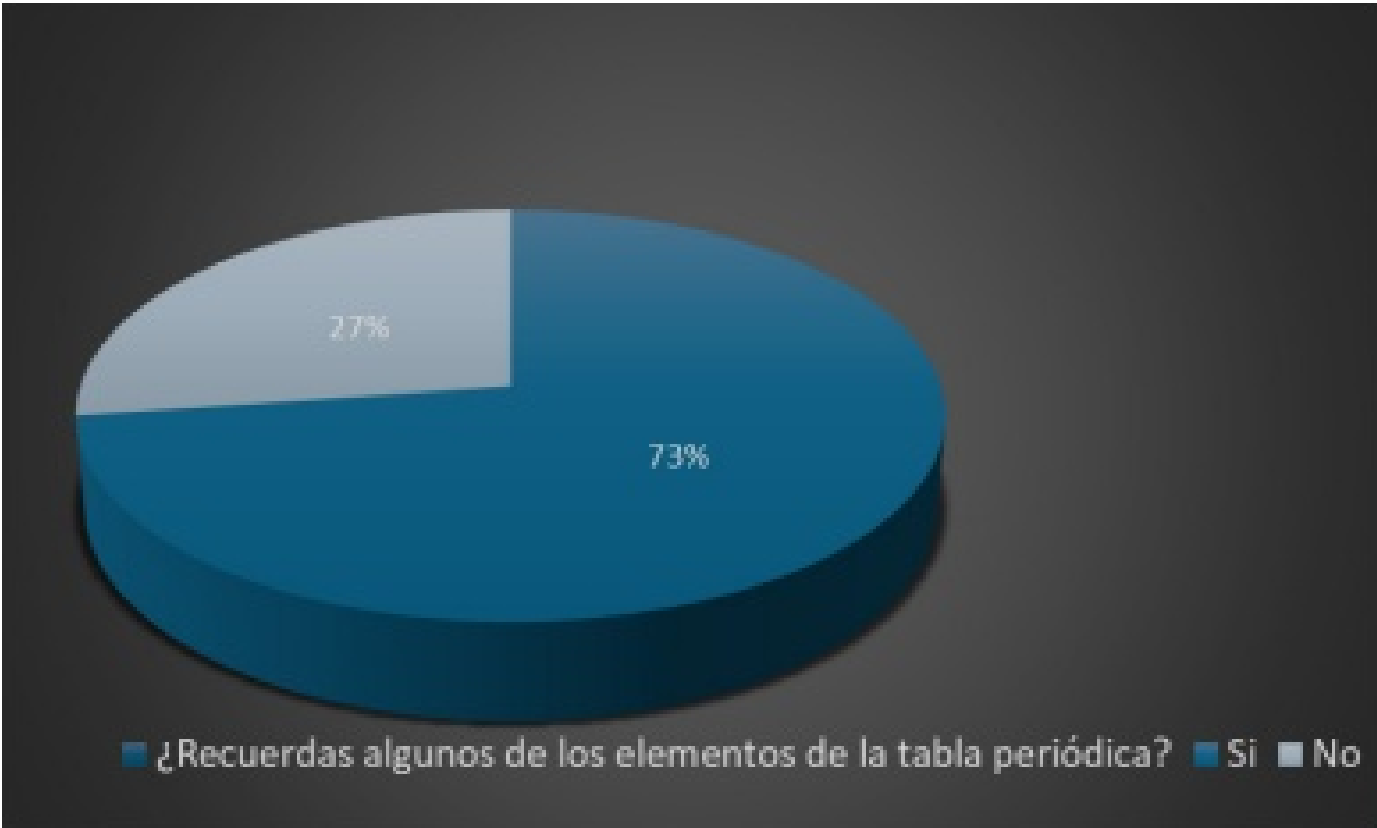


Fig. 3: Información de la segunda pregunta

En la gráfica (Fig 4) se muestra el resultado obtenido de acuerdo a la segunda pregunta del examen diagnóstico, en ella se preguntó que si recordaban algunos elementos de la tabla periódica el 73% de los informantes contestaron que sí y en la respuesta anotaron algunos elementos que posteriormente tenían que recordar para contestar una prueba.

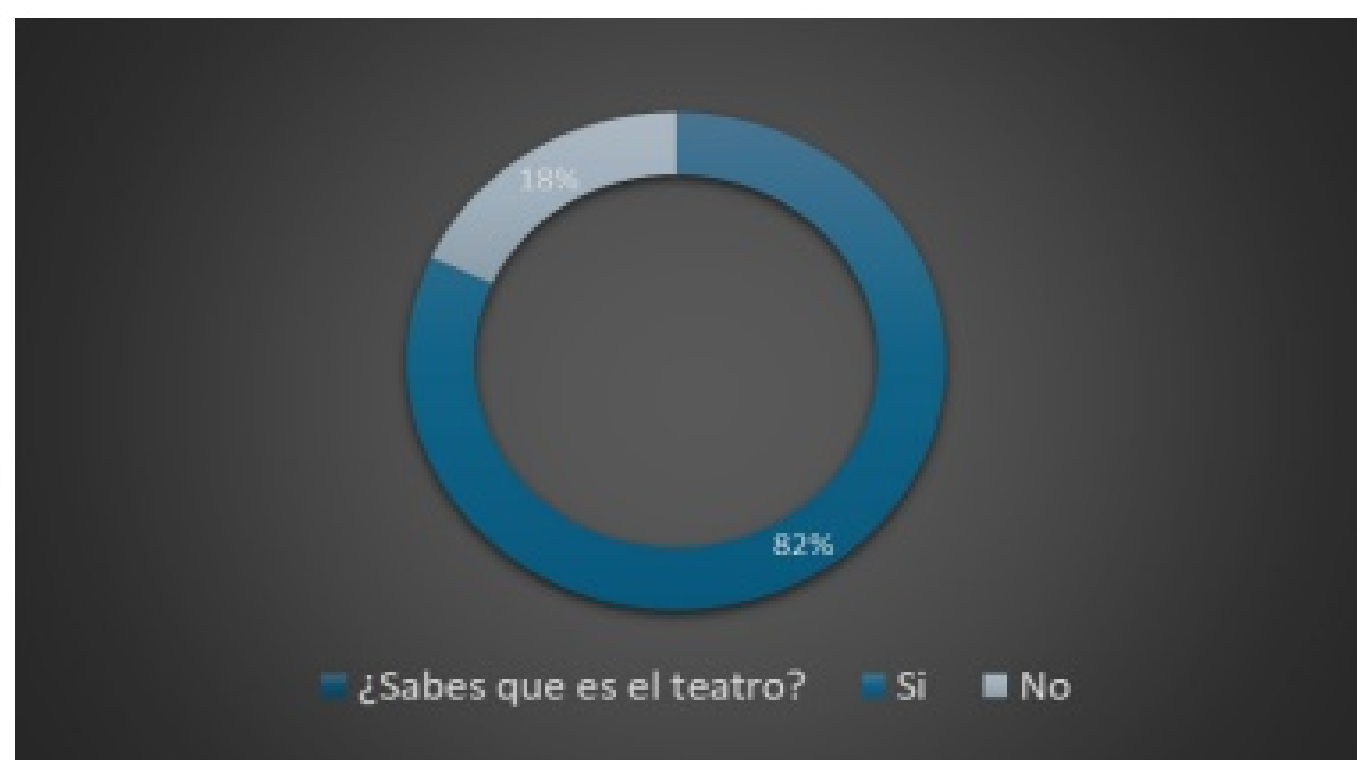


Fig. 4: Información sobre el tercer cuestionamiento.

Actividad con *Kahoot!* - La Tabla Periódica

Se utilizó la plataforma Kahoot! para diseñar un cuestionario interactivo sobre la Tabla Periódica. Las preguntas abarcaron propiedades y elementos. Los informantes participaron en pequeños grupos, fomentando la competencia sana y el repaso de conceptos, dónde interactuaron de manera correcta para dar respuesta a las interrogantes.

Durante el desarrollo del Kahoot!, se incentivó a los estudiantes a utilizar WhatsApp Meta AI en sus dispositivos móviles para buscar respuestas a preguntas específicas o aclarar dudas que surgieran en el momento, en este caso fue de gran ayuda para los que no recordaban acerca de este tema, ya que para que no les ganará el cronómetro de kahoot le dictaban por voz la pregunta y les daba una respuesta clara y concisa.

Esta fase sirvió para introducir la IA como una herramienta de consulta rápida y eficaz.



Fig. 5: Preguntas del examen de Kahoot!

En la siguiente imagen se observa las interrogantes del examen elaborado en la plataforma, analizadas y contestadas por los alumnos formados en tres

equipos, en ella se ven los resultados obtenidos por cada uno, la mayoría de ellos contestaron de manera correcta.

EXAMEN KAHOTT			
¿Cómo se abrevia el oxígeno?	Correcto	Correcto	Correcto
¿Cómo se abrevia el oxígeno?	Correcto	Correcto	Correcto
¿Cómo se abrevia el cobre?	Correcto	Incorrecto	Incorrecto
¿Cómo se abrevia el paladio?	Incorrecto	Correcto	Correcto
¿La tabla periódica se divide en bloques	Correcto	Correcto	Incorrecto
¿Cómo se divide la tabla periódica	Correcto	Correcto	Correcto
¿Que diferencia existe en un metal y un no metal?	Correcto	Incorrecto	Correcto
¿Cuáles son los metales?	Correcto	Correcto	Correcto
¿Que son los electrones de Valencia?	Correcto	Correcto	Correcto
¿Qué representa el número atómico de un elemento?	Incorrecto	Correcto	Correcto
¿Cómo están organizados los elementos en la tabla periódica?	Incorrecto	Correcto	Correcto
¿Que información principal puedes encontrar sobre un elemento químico en la tabla periódica?	Correcto	Correcto	Correcto

Fig. 6: Preguntas del examen de Kahoot!

En ésta gráfica se muestran los resultados obtenidos en el juego de kahoot, ellos pusieron en juego su conocimiento adquirido en equipos de manera colaborativa, los resultados son muy buenos si miramos las gráficas, en el caso de que

no conocieran la respuesta correcta se ayudaban con la inteligencia artificial para acertar y conseguir más puntos que los demás equipos, si recordamos cómo aplican los puntos es de acuerdo a la rapidez del jugador.

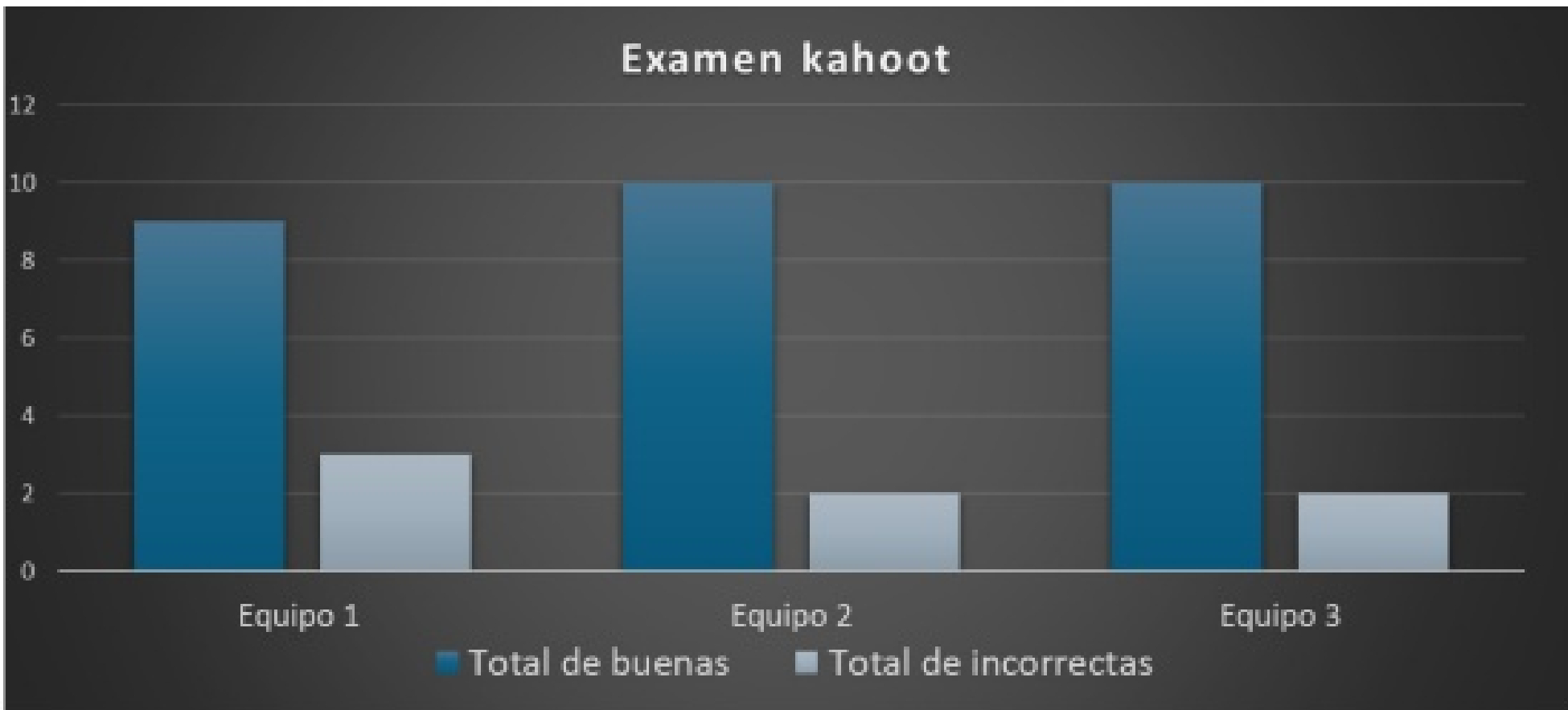


Fig. 7: Resultados del examen de Kahoot!

Experiencia de Realidad Virtual- Viaje al teatro

Se proporcionaron lentes de realidad virtual a los estudiantes para visualizar un video inmersivo de 360° sobre el teatro. Aunque el video no era directamente para conocer la definición del teatro y sus características, su objetivo fue familiarizar a los alumnos con la tecnología de realidad virtual y su potencial educativo, dónde conocieran que por medio de esta actividad puedan conocer temas pero de una manera más divertida y llamativa.

Posterior a la visualización, se abrió un espacio para que los estudiantes compartieran sus impresiones y posibles mejoras acerca de la actividad que se llevó a cabo para mejorar. Se les otorgó un formulario para evaluación de la secuencia didáctica y en ella encontramos buenos resultados ya que a todos les llamó la atención y quisieran que en su institución hubiera actividades así como las que se llevaron a cabo y que los maestros les explicarán más sobre las inteligencias artificiales que fue lo que más les cautivó.

Exploración Dirigida de *WhatsApp Meta AI*

Se dedicó un segmento específico para la exploración guiada de WhatsApp Meta AI. Se les proporcionaron a los estudiantes ejemplos de preguntas relacionadas con la Tabla Periódica, para que las formularán directamente a la IA.



Fig. 8: Lentes de Realidad Virtual (RV).

Se destacó cómo la herramienta podía proporcionar información, resolver problemas y generar contenido de manera instantánea, enfatizando su accesibilidad al estar integrada en una aplicación de uso cotidiano, Pero sin olvidar les explicamos los riesgos que conlleva solo utilizar la inteligencia artificial y no parte de su respuesta de ella.

Se promovió la discusión sobre las respuestas obtenidas de la IA y cómo estas podrían complementar su aprendizaje.

Organización y Ejecución del Equipo

El equipo de trabajo se organizó de manera eficiente, asignando roles para la preparación del material, la asistencia técnica durante las actividades y la moderación de las interacciones. La comunicación constante y la flexibilidad fueron clave para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados y para adaptarse a las necesidades de los estudiantes durante la actividad.

Resultados y Conclusiones Preliminares

La actividad generó un gran interés y entusiasmo entre los informantes. La combinación de elementos lúdicos (Kahoot!), experiencias inmersivas (realidad virtual) y la aplicación práctica de una herramienta de IA (WhatsApp Meta AI) resultó altamente atractiva. Inicialmente, muchos manifestaron un bajo uso de WhatsApp Meta AI, pero al interactuar con ella en el contexto de las actividades, reconocieron su facilidad de acceso y su gran potencial para resolver dudas y ampliar conocimientos.

Se observó una excelente interacción por parte de los integrantes, quienes participaron activamente, formularon preguntas y compartieron sus descubrimientos.

El objetivo principal de demostrar la utilidad y accesibilidad de la inteligencia artificial se logró de manera destacada, abriendo la puerta a futuras exploraciones de estas herramientas en el

ámbito educativo. La organización del equipo fue fundamental para el éxito de la actividad, garantizando una ejecución fluida y el logro de los resultados esperados.



Fig. 9: Utilización de la Inteligencia Artificial (IA).

Resultados

La actividad generó un gran interés y entusiasmo entre los participantes. La combinación de elementos lúdicos (Kahoot!), experiencias inmersivas (realidad virtual) y la aplicación práctica de una herramienta de IA (WhatsApp Meta AI) resultó altamente atractiva.

Inicialmente, muchos estudiantes manifestaron un bajo uso de WhatsApp Meta AI, pero al interactuar con ella en el contexto de las actividades, reconocieron su facilidad de acceso y su gran potencial para resolver dudas y ampliar conocimientos.

Se observó una excelente interacción por parte de los informantes, quienes participaron activamente, formularon preguntas y compartieron sus descubrimientos.

El objetivo principal de demostrar la utilidad y accesibilidad de la inteligencia artificial se logró de manera destacada, abriendo la puerta a futuras exploraciones de estas herramientas en el ámbito educativo. La organización del equipo fue fundamental para la realización y el éxito de la actividad, garantizando una ejecución fluida, entendible y el logro de los resultados esperados como equipo.



Fig. 10: Evidencia del formulario de satisfacción.

En los resultados que se visualizarán más adelante nos damos cuenta de que la manera en que se emplea una clase puede ser divertida, dinámica e innovadora en donde los aprendices no solo tengan que aprender de una forma aburrida si no con una manera en que les llame la atención, esta encuesta de satisfacción se realizó con el objetivo de mejorar como equipo.

En los resultados que se visualizarán más adelante nos damos cuenta de que la manera en que se emplea una clase puede ser divertida, dinámica e innovadora en donde los aprendices no solo tengan que aprender de una forma aburrida si no con una manera en que les llame la atención, esta encuesta de satisfacción se realizó con el objetivo de mejorar como equipo.

En la gráfica anterior se muestra un porcentaje satisfactorio acerca del conocimiento ante la utilización de los lentes de realidad virtual.

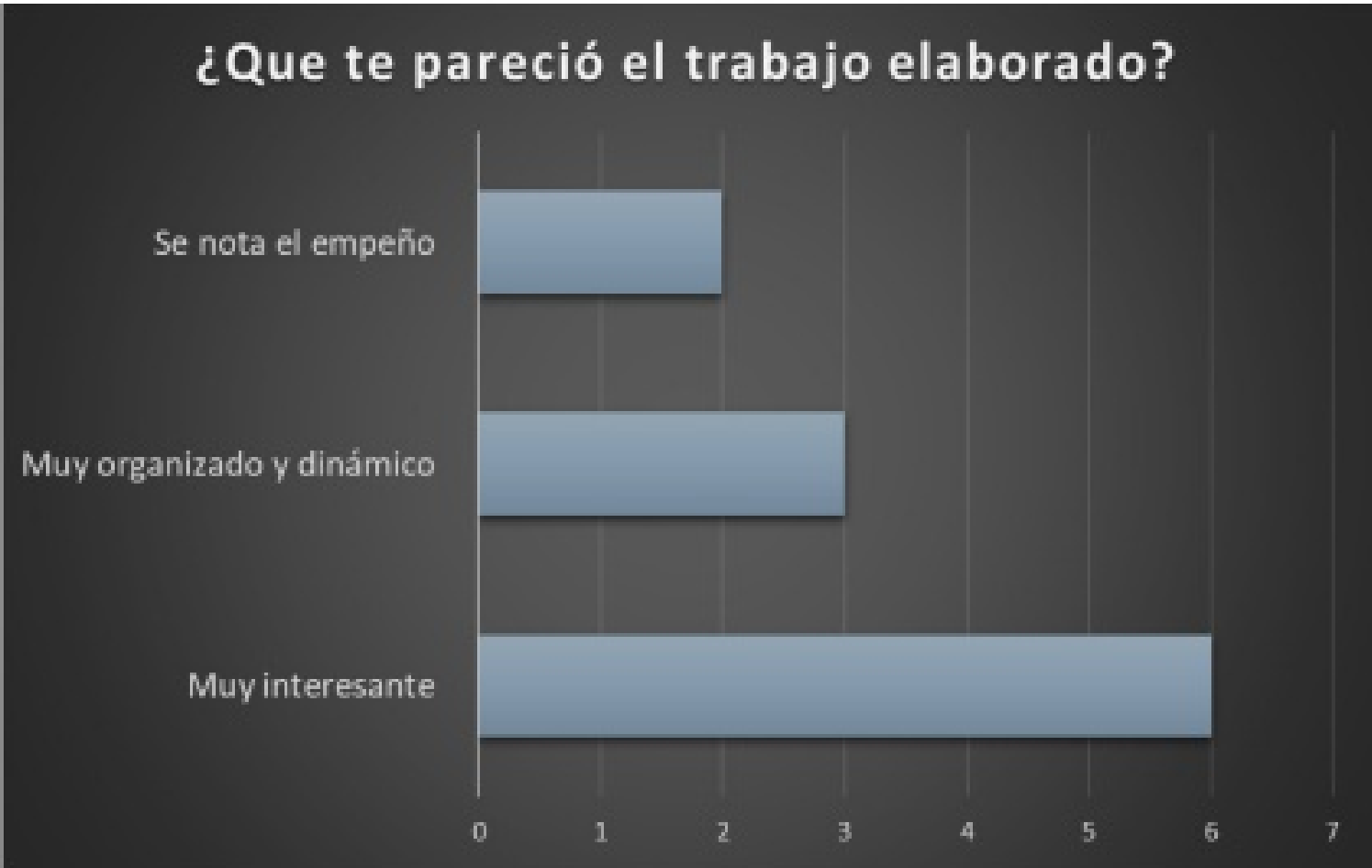
Se visualiza que la mayoría de la cantidad de estudiantes están familiarizados con las plataformas que hoy en día es de gran ayuda, ya que en sus escuelas y aulas les mencionan algunas herramientas digitales para apoyarse en los temas algo que se debería de inculcar en todas ya que en la actualidad la tecnología se está volviendo una necesidad. De acuerdo a los datos visualizados en las siguientes gráficas, se puede ver que

los comentarios acerca de la sesión son muy positivos, esta actividad fue con el fin de explicar una clase de manera innovadora con el uso de estas herramientas, explicando también las ventajas y desventajas que conlleva su utilización, y todo esto se ve reflejado en los datos recabados. La respuesta más vista sobre la clase fue sobre todo la utilización de kahoot y realidad virtual ya que como ellos mencionan es algo que casi nadie utiliza y que para ellos es muy atractivo ya que aprenden pero al mismo tiempo se divierten y captan más las cosas.



Fig. 11: Resultados acerca de la plataforma de inteligencia artificial.

Fig. 12: Datos a mejorar acerca de la clase propuesta.



Si nos damos cuenta los resultados obtenidos en todas las preguntas son muy favorables y de esto podemos ahora como maestros implementarlo en el aula y notar cambios significativos en el aprendizaje de los educandos.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo dan a conocer que esta propuesta tecnológica no solo incrementa significativamente la participación y motivación del informante, al igual facilita una comprensión más profunda y una retención duradera de los conocimientos aprendidos en el caso de la enseñanza. Se ha demostrado que la gamificación, no solo mejora el compromiso estudiantil, sino que también ofrece nuevas vías para la visualización de conceptos complejos y el desarrollo de habilidades cognitivas.

A modo de cierre, los datos de investigación, ofrece un entorno de aprendizaje interactivo que fomenta la participación de los informantes, en conjunto la implementación de estas herramientas aumenta un aprendizaje más dinámico y menos tedioso, y no solo aumentan la motivación y el compromiso, si no también desarrollan habilidades críticas favorables para el proceso de su enseñanza - aprendizaje.

Finalmente, de acuerdo con los resultados correspondientes la integración de estas herramientas digitales en el aula, construye una enseñanza más efectiva, inclusiva y relevante.

Gracias a este elemento transformador podemos, definir el proceso de enseñanza - aprendizaje, haciéndolo más dinámico, personalizado, colaborativo y relevante conforme a futuras generaciones. 

Agradecimientos

En la elaboración de este trabajo, contamos con el apoyo y la guía de diversas personas e instituciones a quienes deseo expresar mi más sentido agradecimiento.

Mis agradecimientos son para las compañeras que elaboraron este trabajo, quienes se encargaron de hacer posible estos resultados.

Finalmente, de manera muy especial, agradezco a familiares y amigos. Su apoyo incondicional, su comprensión al igual que su aliento constante, sin ellos la culminación de este trabajo no habría sido posible, gracias.

Referencias

Coapaza, M., Cariapaza, G., Díaz, Y., Condori, W. (2024). *Aprendizaje Activo y Participativo en el Aula*. Editorial Inacap Pacífico. <https://doi.org/10.53595/eip.015.2024>

Espinoza Bravo, M. G., Cabezas Cabezas, R. F. ., León Sinche, J. C. ., Y Nava Ore Garro, J. E. (2024). *La realidad virtual para simulaciones educativas: un enfoque innovador en el aprendizaje experiencial*. *Revista InveCom / ISSN En línea: 2739-0063*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11492464>

Licona Quiterio, O. (2024). *IA y Educación en México: entre Oportunidades y Desafíos*. *RIESED - Revista Internacional De Estudios Sobre Sistemas Educativos*, 3(15), 675-688. Recuperado a partir de <https://www.riesed.org/index.php/RIESED/article/view/180>

León, O., Neli, C., y Cedillo, C. (2024). La inteligencia artificial en la educación y sus implicaciones: un mapeo sistemático de la literatura. *CONNECTIVIDAD*, 5 (1), 49-66. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v5i1>.

La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. (2023). *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 3(2), 217-230. <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>

Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *RITI Journal*, 7(14), 75–83. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242777>

SGMA. CAPÍTULO 4. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (S.F.) <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A7.pdf>

Herramientas tecnológicas e inteligencia artificial en el aprendizaje de la estadística

Autores:

Suárez Burgos, Amanda
Rouquette Alvarado, Jorge Oscar

ORCID: 0009-0007-7277-7010

ORCID: 0009-0003-5688-5362

RESUMEN: *Se presentan los hallazgos de una investigación sobre el uso de herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. Se aplicó un cuestionario a estudiantes de las licenciaturas de Administración y Sociología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, para conocer qué apoyos tecnológicos han utilizado para aprender estadística y sus opiniones sobre la utilidad que tienen en su formación académica.*

Los resultados evidencian un creciente aumento del uso de IA como medio complementario para resolver problemas, comprender conceptos e interpretar resultados. También destaca que existen varios aspectos que deben atenderse para que la integración tecnológica contribuya a mejorar la comprensión y aplicación de la estadística.

Con base en el análisis de la información, se exponen los factores que necesitan promoverse para que la incorporación de tecnologías como la IA, contribuyan al desarrollo de competencias estadísticas encaminadas a desarrollar una cultura estadística.

PALABRAS CLAVE: *aprendizaje de estadística, herramientas tecnológicas, inteligencia artificial, cultura estadística*

ABSTRACT: *The findings of an investigation on the use of technological tools as well as artificial intelligence (AI) in teaching and learning of statistics are presented. A questionnaire was applied to Administration and Sociology undergraduate students in the Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Xochimilco, to find out what technological support they have used to learn statistics and their opinions on the usefulness they represent in their academic formation.*

The results show an increasing rise in the use of IA as a complementary means to solve problems, comprehend concepts and translate results. It also highlights that there are several aspects that must be addressed so that the technological integration contributes to improve statistics comprehension and application.

Based on information analysis, the factors that need to be promoted are listed, in order to achieve the incorporation of technologies such as AI, contribute in the development of statistical competences focused on developing a statistical culture.

KEYWORDS: *statistical learning, technological tools, artificial intelligence, statistical culture*

Introducción

La enseñanza de la estadística en educación superior, en áreas como ciencias sociales, tradicionalmente se ha enfrentado a la problemática de las dificultades que para muchos estudiantes les representa entender estadística. En este contexto, el aumento de herramientas como la IA, representan una oportunidad para enriquecer los procesos de aprendizaje.

Recursos como Excel, SPSS, R, Python e IA, con una adecuada orientación didáctica, pueden contribuir a la comprensión de contenidos estadísticos, porque no basta con tener acceso a la tecnología, sino se requiere de un acompañamiento docente que diseñe prácticas que guíen el proceso de aprendizaje. Las estrategias didácticas favorecen que las tecnologías contribuyan al desarrollo de competencias estadísticas y no solo que los estudiantes dependan de la tecnología sin que exista un aprendizaje significativo.

Bajo un enfoque metodológico cuantitativo, y con base en los resultados de un cuestionario que se aplicó a estudiantes de Administración y Sociología, se desarrolla este estudio con el objetivo de identificar los principales factores y condiciones que desde la perspectiva del estudiantado, deben tomarse en cuenta para que las herramientas tecnológicas como es la IA, sean recursos que sirvan para crear experiencias de aprendizaje y no solo como apoyos instrumentales

sin que medie un proceso de reflexión y crítica sobre su uso.

La estadística en la formación de estudiantes de Ciencias Sociales

La estadística es una de las ramas del conocimiento que está presente en la mayoría de los planes de estudio de las carreras universitarias. Su integración en disciplinas de ciencias sociales se debe principalmente al papel que las herramientas y contenidos estadísticos tienen para interpretar y analizar diversos fenómenos sociales (Ramos, 2019); sin embargo, la importancia que la estadística tiene en la formación universitaria no evita que muchos estudiantes manifiesten actitudes desfavorables hacia la disciplina. Ramos (2019) señala que la enseñanza de la estadística representa un reto por las dificultades que existen para su comprensión, y a la par constituye una oportunidad para que los docentes fortalezcan sus competencias que sirvan para diseñar experiencias de aprendizaje que promuevan el pensamiento estadístico y la capacidad crítica de los estudiantes.

La ansiedad estadística es una de las problemáticas más estudiadas en los últimos tiempos. Se entiende como el estado emocional que se caracteriza por sentimientos de temor, tensión y bloqueo cognitivo que se manifiesta ante el contacto con la estadística y su aprendizaje. Onwuegbuzie y Wilson (2000) señalan que la ansiedad estadística influye de manera negativa en el

desempeño académico por los niveles de ansiedad que expresan cuando cursan esta asignatura. Además, su efecto perdura y se traslada al ámbito profesional, por lo que limita la posibilidad de utilizar herramientas estadísticas al reforzar la idea que es un área de conocimiento difícil y solo accesible para especialistas.

Superar la ansiedad e incentivar aprendizajes significativos implica estimular algunos procesos que son parte del aprendizaje de la estadística. Uno de estos procesos es el razonamiento estadístico que se define como la manera en que se razonan las ideas estadísticas y dan sentido a la información. Este tipo de razonamiento supone ser capaz de interpretar y comprender datos, representaciones gráficas y resúmenes estadísticos, además del entendimiento de conceptos como la distribución, tendencia central, dispersión, asociación aleatoriedad, muestreo, entre otros (Garfield, 2002).

El razonamiento estadístico es de gran utilidad en ciencias sociales debido a que sirve para que los datos se interpreten y ayuden a explicar fenómenos sociales. Un concepto relacionado con el razonamiento es la alfabetización estadística, la cual constituye un componente fundamental en la formación ciudadana y profesional. De acuerdo con Gal (2002), este concepto se refiere a la capacidad de interpretar y evaluar de manera crítica información estadística que se presenta en diversos contextos, y también la habilidad para

comunicar la comprensión, opiniones y juicios sobre la información.

La alfabetización estadística ha adquirido gran importancia porque en las sociedades actuales la información cuantitativa circula habitualmente por diferentes medios, por lo tanto, se hace necesario que las personas desarrollen la capacidad de interpretar datos, evalúen su validez y tomen decisiones fundamentadas (Flores, Menacho, Yupanqui y Dávila, 2024). Un complemento a la alfabetización es la noción de cultura estadística, que amplía el papel de la estadística como conocimiento y lenguaje para interpretar la realidad.

La cultura estadística supone que los individuos no solo conocen los procedimientos básicos, sino que desarrollan actitudes críticas y reflexivas ante la información cuantitativa (UNECE, 2012). La enseñanza de la estadística en la universidad tiende a priorizar la cobertura rápida de los contenidos, dejando poco tiempo para la reflexión práctica y por tanto, de la construcción de una cultura estadística. Al respecto, “el alumno no puede asimilar el contenido en un tiempo tan limitado y solo consigue un aprendizaje memorístico que será incapaz de aplicar en su futura vida profesional” (Batanero, 2002, p.9).

Diversos factores como la formación previa, la alfabetización general, las creencias y actitudes como la ansiedad hacia la estadística (Gal, 2002), influyen en la constitución de una cultura estadística. Precisamente por la multipli-

cidad de elementos que intervienen en su conformación, es que buena parte de la población, incluidos estudiantes universitarios, manifiestan dificultad para entender y hacer uso de información cuantitativa y de los procedimientos estadísticos. El que se tenga “cierta cultura estadística permite a los ciudadanos valorar la información que aportan los datos y comprender lo que estos nos relevan de la sociedad” (UNECE, 2012, p. 7).

En este contexto, se hace evidente la responsabilidad que las instituciones de educación superior tienen para asegurar que sus egresados sean del área de conocimiento que sean, tengan la capacidad de usar, entender y evaluar información estadística. Así, el desarrollo de la cultura estadística debe entenderse como un objetivo fundamental, pues el mercado laboral requiere de personas que tengan la capacidad de entender y aplicar la estadística, y de acuerdo con algunas fuentes, existe escasez de trabajadores con una formación matemática y estadística (UNECE, 2012).

Herramientas digitales para el aprendizaje de la estadística

La enseñanza y el aprendizaje de la estadística han sufrido transformaciones con el uso de recursos tecnológicos. Programas como Excel y SPSS han sido de los principales que se aplican en la universidad; sin embargo, en los últimos tiempos se han incorporado otras herramientas como R y Python que han ganado prestigio por ser bastante

valorados en el ámbito profesional. El integrar herramientas tecnológicas para favorecer el aprendizaje de estadística, necesita orientarse a generar cambios tanto en los contenidos curriculares como en las prácticas en el aula, con el fin de que se desarrollen procesos cognitivos orientados al pensamiento crítico, creativo y la resolución de problemas (Ben-Zvi, 2000).

Partiendo de la idea que la simple incorporación de la tecnología no garantiza mejorar procesos de aprendizaje, cabe preguntarse qué condiciones habrán de considerarse para su adecuada incorporación; al respecto, las tecnologías educativas no solo deben entenderse desde lo técnico, también es necesario pensar sus implicaciones sociales y pedagógicas debido a que su influencia impacta en las prácticas docentes, en la política educativa y en la forma en que los estudiantes se acercan al conocimiento (Selwyn, 2021).

En el contexto universitario, la selección de las herramientas tecnológicas va en función de la formación previa y de los objetivos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, Alpízar (2007), sostiene que las tecnologías no deben verse como un fin en sí mismas, sino como medios que facilitan la construcción de significados, el análisis crítico y la versatilidad en la representación de datos en diferentes formatos. Enoa (2016) en su estudio diseñó una estrategia didáctica utilizando R y de acuerdo con sus resultados, favoreció que los estudiantes manejaran y aplicaran datos

en investigaciones, que a la vez incrementó su motivación y el aprendizaje significativo.

De acuerdo con esta perspectiva, la tecnología puede servir para cambiar el significado de aprender estadística, llevando a que los estudiantes pasen de memorizar fórmulas y procedimientos, a tomar decisiones fundamentadas (Ben-Zvi, 2000). La integración de tecnología debe ir acompañada de una adecuada capacitación docente y un diseño metodológico acorde con las necesidades de aprendizaje. “Es importante considerar que la competencia digital, junto con las competencias docentes, pueden impulsar innovaciones pedagógicas necesarias para el proceso de enseñanza-aprendizaje” (Hinestroza, Períñan y Vega, 2024, p. 7).

Ramírez y Rodríguez (2023) destacan que las tecnologías en la enseñanza de la probabilidad y estadística han servido como recursos que incentivan la motivación, creación de contenidos y construcción de situaciones didácticas. En el mismo sentido, Cujba y Pifarré (2023) sostienen que el análisis de datos con herramientas digitales mejora el rendimiento académico y modifica la percepción de los estudiantes, reduciendo la ansiedad e incrementando el interés por esta disciplina.

Lo anterior es de suma importancia debido a que una de las mayores problemáticas del aprendizaje de estadística son las condiciones afectivas y emocionales negativas que buena parte del

estudiantado tiene hacia esta rama del conocimiento. La tecnología puede representar un potente mediador que favorezca la comprensión, aplicación y la motivación hacia el conocimiento estadístico. La tecnología como cualquier otro instrumento puede contribuir al desarrollo de competencias y habilidades, pero el hecho de que en la actualidad se tenga mayor información y recursos no necesariamente supone que se dé un adecuado aprovechamiento de los mismos; por ello, la importancia de que la enseñanza de la estadística se oriente al desarrollo de una cultura estadística.

La Inteligencia Artificial en el aprendizaje de la estadística

La acelerada incorporación de la IA en diferentes aspectos de la vida lleva a cuestionarse sobre los aspectos que necesitan valorarse para que su uso sea bajo un enfoque crítico y consciente sobre su potencial, y también sobre los riesgos que deben tomarse en cuenta. La integración de la IA en la estadística “representa una revolución en el ámbito científico y educativo, con profundas implicaciones para la investigación y la práctica profesional” (Brito, Santín, Guambuguete y Cayambe, 2024, p. 3120). No obstante, la IA no sustituye a la estadística, sino que la complementa, incrementando la capacidad para el análisis y resolución de problemas complejos en donde intervienen múltiples factores.

Holmes, Bialik y Fadel (2019) advierten

sobre uno de los peligros que lleva a hacer uso de la IA sin reflexionar en sus implicaciones; la tecnología no reemplaza al docente, y bajo esta premisa es que la IA si se busca integrar en el aula, exige el desarrollo de nuevas competencias docentes para guiar su aplicación de manera adecuada. Pese a las oportunidades de mejora de diversas actividades a través de tecnologías como la IA, existe todavía un temor generalizado, ya sea por falta de habilidades tecnológicas o por el miedo que los procesos de automatización generan en las personas. Por lo anterior, la IA puede tener gran potencial en el área educativa, pero necesita aplicarse bajo principios de responsabilidad y ética, enfocándose a que no incremente las desigualdades ni reemplace la interacción docente- estudiante. Es necesario que se promueva el uso ético y responsable de la IA, así como fomentar la concientización de que su implementación no lleva a una sustitución de capacidades y habilidades humanas (UNESCO, 2023).

Sobre las competencias digitales, ante el extendido uso de la IA se hace indispensable el capacitar en habilidades clave que permitan que los usuarios interactúen de mejor manera. Así, como la alfabetización estadística es una condición necesaria para una comprensión de este conocimiento, la alfabetización digital es otro elemento a tomar en cuenta. La alfabetización digital se entiende como la capacidad de acceder, gestionar, comprender, comunicar evaluar y generar infor-

mación de manera segura y adecuada a través de tecnologías digitales (Law, Woo, de la Torre y Wong, 2018). El no contar con las competencias necesarias para manejar de forma consciente y productiva la IA, puede llevar a que su uso se limite a tareas mecánicas sin que contribuya al desarrollo de aprendizajes significativos.

La investigación sobre el impacto de la IA en educación superior y en específico en la enseñanza y aprendizaje de la estadística todavía es incipiente, sin embargo, los estudios que hay muestran efectos positivos. La investigación de Torres-Gordillo (2025) muestra que a través de plataformas basadas en IA se tuvo un mejor rendimiento, comprensión y transferencia de conocimientos estadísticos, reconociendo que la IA puede ser un facilitador del aprendizaje, pero siempre teniendo en cuenta que su integración debe ir acompañada de una reflexión crítica para evitar una dependencia tecnológica. Otro estudio es el de Miranda (2024), que pone en evidencia que las herramientas de IA son vistas por los estudiantes como recursos con gran potencial para mejorar el aprendizaje de estadística, ya que permiten generar recursos interactivos y personalizados que se adapten a las necesidades individuales y así mejorar las experiencias de aprendizaje.

Por su parte, Brito, Guambuguete y Cayambe (2024) destacan la capacidad de la IA para la modelización predictiva, simulaciones y automatización

de procesos de análisis, que permite que los investigadores y profesionales ocupen el tiempo en la interpretación y la toma de decisiones.

Las evidencias son prometedoras respecto a lo que la IA puede hacer para mejorar el aprendizaje de la estadística, aunque tomando en cuenta que no es un sustituto del docente; su inclusión debe acompañarse con estrategias didácticas acordes con las necesidades pedagógicas, y con suficiente información sobre cómo, para qué y bajo qué condiciones este tipo de apoyos contribuyen a mejorar el rendimiento académico y la motivación.

Metodología

Este estudio se diseñó bajo un enfoque cuantitativo aplicando la técnica de la encuesta, que a partir de la aplicación de un cuestionario a estudiantes de Administración y Sociología de la UAM-X de diferentes trimestres, se buscó indagar sobre experiencias, percepciones, conocimientos y expectativas que tienen respecto a la enseñanza y el aprendizaje de estadística, destacando principalmente su opinión sobre la utilidad, pertinencia y condiciones que deben tenerse presentes para la integración de herramientas tecnológicas.

La elección de las carreras se debió a que de la oferta educativa en el área de Ciencias Sociales y Humanidades, Administración y Sociología destacan

porque son las que en sus planes de estudio incluyen la mayor cantidad de contenidos estadísticos. Esto demuestra la importancia que la estadística tiene en la formación de los universitarios, y también pone de relieve la necesidad de estudiar las condiciones y aspectos que favorecen que tecnologías como la IA, contribuyan a una mejor comprensión estadística y a la formación de una cultura estadística.

En total se encuestaron a 218 estudiantes, 52.8% corresponde a Administración y el 47.2% a Sociología. El 57.3% son del género femenino, 40.8% masculino y 1.8% no binario. Respecto al trimestre cursado, la mayoría se encuentra entre el VI y XI (79%), por tanto, ya han tomado cursos de estadística y permite estudiar sus percepciones a partir de sus experiencias.

A continuación, se presenta el análisis de los resultados con el objetivo de comprender sus percepciones, experiencias y prácticas respecto al uso de herramientas tecnológicas como la IA.

Se desarrolla a partir de varias categorías como herramientas tecnológicas utilizadas, espacios de aprendizaje, percepción de utilidad, nivel de satisfacción sobre la enseñanza de estas herramientas y su opinión sobre la IA. La información se procesó mediante el software estadístico SPSS.

Herramientas tecnológicas e IA en el aprendizaje de la estadística: perspectiva de estudiantes de Administración y Sociología

El aprendizaje de estadística en ciencias sociales enfrenta retos significativos ante contextos en donde las herramientas tecnológicas como la IA se han incorporado de manera acelerada en los últimos tiempos. Esa integración debe ir acompañada de prácticas pedagógicas y didácticas acordes con los objetivos de aprendizaje y enfocadas a fomentar el desarrollo de una cultura estadística.

El conocer desde la perspectiva del estudiantado lo que recursos como la IA pueden hacer para mejorar su aprendizaje de contenidos estadísticos es fundamental, debido a que el conocer sus percepciones, experiencias y valoraciones, ofrece información valiosa para identificar los efectos que tiene la integración de tecnologías en el aprendizaje, y así estar en posibilidades de orientar propuestas de mejora con fundamento en los testimonios de los estudiantes, que son quienes tienen mayor claridad sobre cuáles son sus necesidades y expectativas.

Uso de herramientas tecnológicas y espacios de aprendizaje

En la tabla 1 se consideran los porcentajes de la cantidad de herramientas tecnológicas que conocen los 218 estudiantes, resalta el uso masivo de Excel (96.3%), una herramienta básica y de fácil acceso.

Es importante que los estudiantes conozcan programas como Excel que facilitan los cálculos y tiene recursos para la representación visual de los datos; sin embargo, esta herramienta no necesariamente contribuye a la interpretación crítica. Destaca que 63.3% de los estudiantes encuestados han usado SPSS, un software utilizado ampliamente en ciencias sociales. En contraste, R solo lo ha ocupado el 18.8%, y Python un lenguaje de programación con mayor vigencia y que se requiere cada vez más en el mercado laboral, el 5.5% lo conoce.

Tabla 1: ¿Qué herramientas tecnológicas has utilizado para análisis de datos?

	Frecuencia	Porcentaje
Excel	210	96.3
SPSS	138	63.3
STATA	20	9.2
R	41	18.8
Python	12	5.5
ChatGPT u otra IA	94	43.1

Un dato que llama la atención es que 43.1% de estudiantes de Administración y Sociología ya hace uso de IA generativa (ChatGPT u otras) para el análisis de datos, lo que demuestra que han integrado recursos que no se tienen contemplados en el currículo formal, pero que les sirven para construir conocimiento más allá del espacio universitario. Lo anterior hace evidente que se requiere de una alfabetización digital que permita aprovechar estos recursos (Law, Woo, de la Torre y Wong, 2018) y no solo se busque subsanar las deficiencias de conocimientos previos.

El 80.7% aprendió a usar estas herramientas en las clases formales, mientras 35.3% lo hizo de manera autodidacta, que por una parte demuestra la postura activa y responsabilidad que los estudiantes asumen respecto a su formación universitaria, pero también hace ver que la universidad tiene una tarea pendiente para ofrecer una educación que atienda las necesidades de aprendizaje y también los requerimientos profesionales.

Si bien la enseñanza formal cumple con brindar recursos básicos, es necesario que se aumente la oferta de herramientas alternativas que para los estudiantes son útiles no solo para su futuro laboral, sino también para desarrollar una alfabetización y cultura estadística, que lleve a que no solo identifiquen los procedimientos estadísticos, sino desarrollar la capacidad de asumir una postura crítica y reflexiva frente a la información cuantitativa (UNECE, 2012).

Según la licenciatura, la diferencia es mínima; el 28.4% de los estudiantes de Sociología considera que las herramientas tecnológicas son muy útiles, mientras que en Administración el 26.6% piensa lo mismo.

Estos resultados demuestran que, para buena parte del estudiantado de Administración y Sociología, las herramientas tecnológicas son fundamentales para su formación en estadística.

Tabla 2: ¿Dónde aprendiste a usar estas herramientas?

	Frecuencia	Porcentaje
En clases de mi carrera	176	80.7
Cursos o talleres extracurriculares	27	12.4
Aprendizaje autodidacta	77	35.3

Tabla 3: ¿Qué tan útiles consideras estas herramientas para tu formación profesional?

	Frecuencia	Porcentaje
más o menos útiles	19	8.8
útiles	79	36.2
muy útiles	120	55

Tabla4: ¿Qué tan útiles consideras estas herramientas para tu formación profesional?
* Licenciatura del encuestado/a

¿Qué tan útiles consideras estas herramientas para tu formación profesional?		Administración	Sociología	Total
	más o menos útiles	9 (4.1%)	10 (4.6%)	19 (8.7%)
	útiles	48 (22%)	31 (14.2%)	79 (36.2%)
	muy útiles	58 (26.6%)	62 (28.4%)	120 (55%)
	Total	115 (52.8%)	103 (47.2%)	218 (100.0%)

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de la muestra (n=218).

Como sostiene Ben-Zvi (2000), la tecnología puede servir para cambiar el sentido que la estadística tiene, pero es importante que se aprecien como medios que ayudan a la construcción de significados y el pensamiento crítico.

En contraste, a pesar de la importancia que las herramientas tecnológicas tienen para el estudiantado, no pasa lo mismo con el nivel de satisfacción sobre el tiempo que se le dedica en sus carreras al aprendizaje de estos recursos estadísticos.

El 42.7% se encuentra más o menos satisfecho/a, mientras el 30.7% se dice satisfecho/a con el tiempo que se destina al aprendizaje de herramientas estadísticas, y en conjunto el 22% está poco y nada satisfecho/a.

Tabla 5: ¿Qué tan satisfecho/a estás con el tiempo que se dedica al aprendizaje de herramientas estadísticas en tu carrera?

	Frecuencia	Porcentaje
muy satisfecho/a	10	4.6
satisfecho/a	67	30.7
más o menos satisfecho/a	93	42.7
poco satisfecho/a	33	15.1
nada satisfecho/a	15	6.9
Total	218	100.0

Como señala Batanero (2002), es complicado debido al limitado tiempo poder abordar tantos contenidos y además integrar diferentes tecnologías; sin embargo, es posible a través de cursos extracurriculares, ofrecer herramientas más novedosas dirigidas a que los estudiantes desarrollen competencias digitales y tengan la posibilidad de aplicarlas en contextos diversos de aprendizaje.

Valoración de la IA en el aprendizaje de la estadística

Aunque no existe un consenso sobre el tiempo necesario para adquirir las habilidades necesarias para hacer un uso eficiente de la tecnología, los estudiantes de Administración y Sociología tienen claro qué hace falta para un mejor aprovechamiento; destaca más tiempo de práctica (60.6%), acceso a software especializado (65.1%), ejercicios con datos reales y aplicados a sus carreras (52.7%), cursos y talleres extracurriculares (49.1%), una mejor integración de tecnología en todos los módulos (45.4%) y capacitación docente en tecnología (44.5%).

Todos estos factores son de suma importancia y son prueba que los estudiantes tienen una visión clara sobre lo que necesitan aprender y las habilidades que deben desarrollar para que la estadística sea un conocimiento que puedan aplicar en su futuro profesional. Así, por ejemplo, usar “datos reales contextualizados se entiende crucial en la enseñanza y el aprendizaje de la estadística, puesto que proporciona al alumnado una experiencia genuina de análisis estadístico y también ilustra la utilidad de la disciplina” (Blanco, 2018, p. 257).

Todos los aspectos que los estudiantes consideran necesarios para que se incremente el potencial de las tecnologías, representan los retos que tanto las universidades como los docentes deben asumir para que estos recursos se aprovechen al máximo y despierten el interés, motivación y rendimiento académico de los universitarios (Enoa, 2016; Ramírez y Rodríguez, 2023),

Tabla 6: ¿Qué consideras que hace falta para un mejor aprovechamiento de las tecnologías en el aprendizaje de la estadística?

	Frecuencia	Porcentaje
Más tiempo en clase para practicar con programas estadísticos	132	60.6
Capacitación docente en herramientas tecnológicas	97	44.5
Acceso a software especializado (SPSS, STATA, R, etc.)	142	65.1
Ejercicios con datos reales y aplicados a su carrera	115	52.8
Cursos o talleres extracurriculares sobre herramientas tecnológicas	107	49.1
Mejor conexión a internet o equipo disponible en la universidad	44	20.2
Mayor integración de tecnología en todos los módulos	99	45.4

porque sin una adecuada formación docente e innovaciones pedagógicas (Hinestroza, Períñan y Vega, 2024), su uso puede convertirse en otro medio más sin objetivos claros. Como se comentó anteriormente, buena parte del estudiantado ha incursionado en el uso de IA en su formación académica. El 66.5% de los encuestados la ha utilizado para resolver problemas relacionados con las matemáticas o la estadística. Este alto porcentaje muestra que la aprecian

Tabla 7: ¿Has utilizado alguna IA para resolver problemas estadísticos o matemáticos?

	Frecuencia	Porcentaje
Si	145	66.5
No	73	33.5
Total	218	100.0

como un recurso que puede contribuir a crear nuevas oportunidades de aprendizaje en estadística (Miranda, 2024) y que, bajo una adecuada guía, puede llegar a ser un gran aliado para su aprendizaje, pero siempre teniendo en cuenta que su integración debe basarse en principios éticos y didácticos, junto con un cercano acompañamiento humano (Torres-Gordillo, 2025).

Como sostienen Holmes, Bialik y Fadel (2019), la IA no sustituye al docente, sino que exige que estos desarrollen competencias pedagógicas para que el uso de la IA esté encaminado a la construcción de una alfabetización y cultura estadísticas; que la tecnología sea vista como un mediador y no como un sustituto del pensamiento crítico.

Respecto al uso de la IA para la resolución de problemas estadísticos y matemáticos, se aprecian diferencias según la licenciatura.

De los estudiantes de Administración, 38.5% han utilizado la IA para resolver problemas, mientras en Sociología el 28% lo ha hecho, que en conjunto es el 66.5% que es muestra de una alta incor-

poración de la IA en los procesos de aprendizaje, un cambio importante en el ámbito educativo. Lo anterior sugiere que los estudiantes de Administración en mayor proporción han recurrido a la IA. El desafío al que la educación superior se enfrenta ante esos datos, es evitar que los estudiantes confíen en los resultados que arroja la IA sin que los cuestionen o reflexionen, y solo se convierta en un medio que lleve a aprendizajes superficiales. La integración de la IA en la enseñanza y aprendizaje de la estadística debe hacerse con cautela.

El 62.4% opina que la IA puede ayudarle a comprender mejor la estadística, pero su uso debe hacerse con precaución, porque puede ser de gran ayuda para la comprensión de conceptos, acceso rápido a información y a su proce-

Tabla 8: ¿Has utilizado alguna IA para resolver problemas estadísticos o matemáticos? *Licenciatura del encuestado/a

¿Has utilizado alguna IA para resolver problemas estadísticos o matemáticos?		Administración	Sociología	Total
	Si	84 (38.5%)	61 (28%)	145 (66.5%)
	No	31 (14.2%)	42 (19.3%)	73 (33.5%)
	Total	115 (52.8%)	103 (47.2%)	218 (100.0%)

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de la muestra (n=218).

Tabla 9: ¿Consideras que la IA puede ayudarte a comprender mejor la estadística?

	Frecuencia	Porcentaje
Si, mucho	41	18.8
Si, pero con precaución	136	62.4
No lo creo	26	11.9
No estoy seguro/a	15	6.9
Total	218	100.0

samiento, pero también hay riesgos que deben tenerse en cuenta como una dependencia excesiva o falta de una reflexión crítica sobre la información proporcionada por esta herramienta. En este caso, cuando se revisan los resultados según la licenciatura, un hallazgo relevante es que tanto en Administración (31.2%) como en Sociología (31.2%), el porcentaje de quienes eligieron la opción sí, pero con precaución es el mismo.

Esto indica, que independientemente de la carrera, los estudiantes comparten la idea que la IA tiene potencial, pero están conscientes que su uso debe hacerse de manera prudente y responsable.

El 71.4% sostiene que la IA puede fomentar el pensamiento crítico, pero su influencia depende del uso que se le dé. En este sentido, la IA puede impulsar la formación de una cultura estadística que permita que los estudiantes desarrollen la habilidad para analizar la información de forma crítica y comprender la manera en que los datos sirven para analizar los fenómenos sociales; además, sin que sea el objetivo principal, debe tenerse en cuenta que para que los futuros egresados cuenten con las competencias necesarias para desarrollarse en el ámbito laboral (UNECE, 2012), y una sólida formación estadística es indispensable, al igual que el manejo adecuado de herramientas tecnológicas.

Tabla 10: ¿Consideras que la IA puede ayudarte a comprender mejor la estadística?

*Licenciatura del encuestado/aca?

¿Consideras que la IA puede ayudarte a comprender mejor la estadística?		Administración	Sociología	Total
	Sí, mucho	26 (11.9%)	15 (6.9%)	41 (18.8%)
	Sí, pero con precaución	68 (31.2%)	68 (31.2%)	136 (62.4%)
	No lo creo	16 (7.3%)	10 (4.6%)	26 (11.9%)
	No estoy seguro/a	5 (2.3%)	10 (4.6%)	15 (6.9%)
	Total	115 (52.8%)	103 (47.2%)	218 (100.0%)

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de la muestra (n=218).

Tabla 11: ¿Crees que el uso de IA puede fomentar el pensamiento crítico en el análisis de datos?

	Frecuencia	Porcentaje
Sí	38	17.4
No	25	11.5
Depende del tipo de uso	155	71.1
Total	218	100.0

Los estudiantes de Administración (33.9%) y los de Sociología (37.2%) coinciden que la IA puede servir para fomentar el pensamiento crítico, pero su efectividad va a depender del tipo de uso.

Tabla 12: ¿Crees que el uso de IA puede fomentar el pensamiento crítico en el análisis de datos? *Licenciatura del encuestado/a

¿Crees que el uso de IA puede fomentar el pensamiento crítico en el análisis de datos?		Administración	Sociología	Total
	Si	26 (11.9%)	12 (5.5%)	38 (17.4%)
	No	15 (6.9%)	10 (4.6%)	25 (11.5%)
	Depende del tipo de uso	74 (33.9%)	81 (37.2%)	155 (71.1%)
	Total	115 (52.8%)	103 (47.2%)	218 (100.0%)

Nota: Los porcentajes se calcularon sobre el total de la muestra (n=218).

Estos resultados dan cuenta que los estudiantes están conscientes de que los efectos de la IA en su aprendizaje y como recurso para incentivar el pensamiento crítico, se vincula con la forma en que se emplea. No lo evalúan como positivo o negativo, sino que demuestran tener una postura crítica frente a la IA, reconociendo tanto sus beneficios como sus limitaciones. Uno de esos riesgos es caer en el sedentarismo cognitivo, que puede entenderse como una analogía del sedentarismo físico; en este caso alude a la inactividad mental, que ante la facilidad de acceder a tecnologías como la IA que ofrece respuestas y soluciones inmediatas, reduce la necesidad de pensar de forma crítica y de resolver problemas de manera autónoma. Esta situación lleva a generar una dependencia hacia la tecnología y contribuye a la disminución de habilidades cognitivas (Moreno, Blanco, Moreno y Moreno, 2025).

Tecnologías como la IA pueden mejorar el aprendizaje estadístico, pero siempre

bajo un enfoque que promueva una postura crítica y la conciencia de que es un recurso (Ben-Zvi, 2000), y que como cualquier otra herramienta, su potencial no está en sí misma, sino en la manera en que se integra al proceso de aprendizaje.

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio son evidencia que las herramientas tecnológicas, entre ellas la IA, tiene un gran valor y potencial para incrementar el aprendizaje de la estadística. Los estudiantes de Administración y Sociología de UAM-X reconocen la importancia que la IA puede tener en su formación académica y profesional; sin embargo, aunque se reconoce su importancia, existe una insatisfacción sobre la enseñanza de recursos tecnológicos, tanto en tiempo como en recursos utilizados. Programas como Excel y SPSS son usados por la mayoría de los estudiantes, tanto por su accesibilidad como por ser

aquellos que les enseñan en sus carreras; no obstante, hay una deficiencia en el manejo de otros programas como R y Python, que en la actualidad son muy valorados en el mercado laboral.

Lo anterior es relevante porque si los estudiantes no cuentan con las competencias necesarias para insertarse en el campo profesional, es probable que no estén en condiciones para ser competitivos y poder desarrollarse plenamente. La estadística es una rama del conocimiento muy valorado tanto en la formación universitaria como en el ámbito laboral, por eso la importancia de buscar los recursos necesarios que favorezcan un aprendizaje significativo, orientado a que las técnicas estadísticas sirvan para abordar fenómenos sociales en toda su complejidad, con capacidad para evaluar de forma crítica la información, y se esté en posibilidades de desarrollar una cultura estadística.

En este contexto, la IA se posiciona como un recurso que va ganando terreno y que los estudiantes reconocen la importancia que puede adquirir, pero siempre tomando en cuenta que su uso debe hacerse desde una visión crítica. Si bien, la IA ayuda a resolver problemas estadísticos, por sí sola no garantiza aprendizajes significativos si su integración no se acompaña de una orientación pedagógica apropiada. Tomar en cuenta lo anterior debe contribuir a evitar riesgos en su uso, siendo uno de ellos el sedentarismo cognitivo que puede llevar a que los estudiantes sean menos competentes

para afrontar situaciones que requieren de un pensamiento crítico.

De acuerdo con los resultados de la aplicación de cuestionario, los estudiantes reconocen que, para propiciar un mejor aprendizaje de la estadística con el uso de herramientas como la IA, se requiere atender varios factores. Se hace patente la necesidad de incluir en la práctica más datos reales para que contribuyan a que los estudiantes entiendan la utilidad de la disciplina. Esa integración debe acompañarse de un mayor acceso a software especializado que asegure las oportunidades de aprendizaje, que a su vez requiere una capacitación docente en herramientas tecnológicas para actualizar la enseñanza y orientar de manera efectiva sobre el uso de nuevos recursos. Asimismo, es necesario que se promueva su potencial, pero bajo una mirada crítica y ética, haciendo énfasis en que no sustituye las capacidades humanas.

La IA puede representar un recurso que incentive el desarrollo de una cultura estadística para estar en condiciones de entender, analizar y evaluar información cuantitativa para la resolución de problemas y la toma de decisiones informada. Esto implica no solo incorporar las nuevas tecnologías, sino hacer cambios en las estrategias didácticas y pedagógicas para que el enfoque se centre en la comprensión, análisis y construcción de aprendizajes significativos y no solo reducir los cambios a la innovación tecnológica y a su carácter instrumental. 

Referencias

- Alpízar Vargas, M.** (2007). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 3, 96-115. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6893/6579>
- Batanero, C.** (2002). *Los retos de la cultura estadística*. Jornadas Interamericanas de Enseñanza de la Estadística. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/CULTURA.pdf>
- Ben-Zvi, D.** (2000). Toward understanding the role of technological tools in statistical learning. *Mathematical thinking and learning*, 2(1 y 2), 127-155. https://doi.org/10.1207/S15327833MTL0202_6
- Blanco, A.** (2018). Directrices y recursos para la innovación en la enseñanza de la Estadística en la Universidad: Una revisión documental. REDU. *Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 251-267. <https://doi.org/10.4995/redu.2018.9372>
- Brito, C., Santin, B., Guambuguete, D., y Cayambe, B.**, (2024). Aplicación de la inteligencia artificial en la resolución de problemas matemáticos y estadísticos. *Reincisol*, 3(6), pp. 3117-3145. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)3117-3145](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)3117-3145)
- Cujba, Andreea, y Pifarré, Manoli.** (2023). Relaciones entre el aprendizaje de la estadística y las actitudes del alumnado en el marco de un proyecto de análisis de datos con tecnología. *Educación matemática*, 35(2), 196-225. <https://doi.org/10.24844/em3502.08>
- Enoa, L.** (2016). Estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estadística mediante la herramienta estadística. *Campus Virtuales*, 5(2), 112-121. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/139>
- Flores Ccanto, F., Menacho Vargas, I., Yupanqui Huatuco, W. R., y Dávila Huamán, V. C.** (2024). Enseñanza de estadística en estudiantes universitarios. *Revista De Ciencias Sociales*, 30, 105-116. <https://doi.org/10.31876/rcs.v30i.42251>
- Gal, I.** (2002). Adult's statistical literacy. Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70(1), 1-25. <https://iase-web.org/documents/intstatreview/02.Gal.pdf>
- Garfield, J.** (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 1-12. <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>
- Hinestroza Hinestroza, A. A., Periñan Vargas, K. M., y Vega Fajardo, J. X.** (2024). Las TIC en la Enseñanza y Aprendizaje de Estadística en Latinoamérica Básica y Media. *Educación y Ciencia*, 28, 1-15. <https://doi.org/10.19053/uptc.0120-7105.eyc.2024.28.e17634>
- Holmes, W., Bialik, M., y Fadel, C.** (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>
- Law, Nancy, Woo David, de la Torre, Jimmy y Won, Gary.** (2018). *A Global Framework of Reference on Digital Literacy Skills for Indicator 4.4.2*. UNESCO. <https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/ip51-global-framework-reference-digital-literacy-skills-2018-en.pdf>

Miranda Conde, M. (2024). Percepción de los estudiantes de la asignatura de estadística sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Educación Superior*, 11(2), 69-84. <https://doi.org/10.53287/quidi3689zk32g>

Moreno Gea, P., Blanco Sánchez, M. C., Moreno Blanco, M. y Moreno Blanco M. (2025). *Inteligencia Artificial: guía de uso saludable. Cuida tu relación con la tecnología para no perder el norte*. Editorial psiquiatría.

Onwuegbuzie, A. J., y Wilson, V. A. (2000). Statistics anxiety: Antecedents and developmental implications. *Journal of Educational Psychology*, 114(3), 567–582. <https://scispace.com/pdf/statistics-anxiety-nature-etiology-antecedents-effects-and-43ac2kdywc.pdf>

Ramírez Granados, L., y Rodríguez Morales, J. A. (2023). Implementación de herramientas tecnológicas para enseñar probabilidad y estadística: Una revisión sistemática. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 11(2), 155–171. <https://doi.org/10.37467/revedu.v11.5003>

Ramos, L. F. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: Retos y oportunidades. *RIDU: Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(2), 67-82. <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.1081>

Selwyn, N. (2021). *Education and technology: Key issues and debates*. Bloomsbury.

Torres-Gordillo, V. A. (2025). Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático en la Educación Estadística. *Revista de Educación Estadística*, 4, 1-21. <https://doi.org/10.29035/redes.4.1.7>

UNECE (2012). *Cómo hacer comprensibles los datos*. Parte 4: Una guía para mejorar la cultura estadística. https://unece.org/DAM/stats/documents/writing/MDM4_Spanish.pdf

UNESCO. (2023). *La Inteligencia Artificial en la Educación*. <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>

El Acompañamiento Académico y los Sistemas de Tutoría Inteligente

El caso del Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI) en la UAM Cuajimalpa

Autores:

García Rodríguez, Verónica

ORCID: 0009-0005-3299-1341

RESUMEN: *El acompañamiento académico ha cobrado relevancia en el contexto educativo actual a partir del cuestionamiento al supuesto pedagógico que concibe el aprendizaje como un proceso homogéneo y lineal. Desde la Teoría del Caos, el aprendizaje se reconoce como un fenómeno complejo y heterogéneo, determinado por factores endógenos —como las habilidades cognitivas, socioemocionales y los rasgos de personalidad— y factores exógenos —como el contexto familiar, social, cultural y, de manera creciente, las tecnologías digitales. El Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI), propuesto para el Programa de Apoyo Escolar entre Alumnado (PAEA) de la UAM Cuajimalpa, surge en respuesta al alto índice de reprobación que afecta al alumnado de primer ingreso y tiene como objetivo promover el desarrollo y fortalecimiento de habilidades cognitivas, socioemocionales y de estudio para potenciar el rendimiento académico, a través de estrategias presenciales y virtuales. El MAUI se articula en torno a tres pilares metodológicos: la metodología del coaching educativo, que coloca al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje mediante un acompañamiento horizontal basado en la escucha activa, la comunicación asertiva y la gestión emocional; la Teoría del Nudge y la arquitectura de las decisiones, que propone pequeños “empujones” para orientar las decisiones del alumnado hacia opciones que favorezcan su rendimiento escolar sin coartar su libertad de elección; y los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI), herramientas basadas en inteligencia artificial que emulan aspectos de la tutoría humana adaptando contenidos y estrategias a los ritmos y necesidades particulares de cada estudiante. La figura central del programa es el facilitador —alumno de posgrado o en servicio social— quien, desde una dinámica de aprendizaje entre pares, aplica estas metodologías para identificar y atender tanto las barreras académicas como los factores socioemocionales y contextuales que interfieren en el aprendizaje. El MAUI representa una propuesta de innovación pedagógica integral que busca articular lo cognitivo, lo emocional y lo tecnológico para reducir el rezago y la deserción en la educación superior.*

PALABRAS CLAVE: acompañamiento académico, innovación, educación, tutoría inteligente, tecnologías, entornos digitales

ABSTRACT: *Models of academic support they are comprised of a set of didactic and pedagogical tools and*

strategies to support students in their educational path. This set of tools and strategies they range from the psychoeducational field to the development of socioemotional skills. The Comprehensive Support Model (MAUI) proposed for the Student Academic Support Program (PAEA) at UAM Cuajimalpa it aims to promote the development and strengthening of cognitive, socioemotional, and study skills in students to enhance their academic performance through the implementation of different face to face and virtual strategies. The MAUI is based on the coaching methodology and Nudge Theory as its pedagogical foundation to structure an Intelligent Tutoring System that supports the accompaniment activities carried out by the PAEA facilitators.

Introducción

El Programa de Apoyo Escolar entre Alumnado (PAEA), surge en el año 2015 en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa como una alternativa para atender el problema del alto índice de reprobación que se presenta entre el alumnado de primer ingreso en la Unidad, fenómeno que incide directamente en el rezago educativo del alumnado y afecta la posibilidad de que puedan continuar y egresar de forma regular de la Universidad.

El propósito inicial del PAEA fue ofrecer cursos extracurriculares de forma anual que permitieran al alumnado regularizar, durante trimestre lectivo, su situación académica. Los cursos extracurriculares que se ofrecen en el PAEA son: Introducción al Pensamiento Matemático, Taller de Literacidad Académica, Seminario de Sustentabilidad y Taller de Matemáticas. En principio, los cursos del PAEA fueron diseñados e implementados para la modalidad de estudio híbrida y las aulas de los grupos estuvieron alojados en la plataforma UbiCua de la Unidad. Posteriormente, la modalidad de los cursos del PAEA evolucionó conforme se fueron incorporando distintas herramientas digitales para mediar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Durante el periodo de la pandemia el PAEA fue suspendido porque en ese momento no se contaba con la modalidad de cursos autogestivos, lo cual

permitiera al alumnado estudiar sin la necesidad de la asesoría y el acompañamiento presencial o híbrido. Desde sus inicios, los contenidos y actividades de los cursos del PAEA han estado bajo la supervisión del profesorado especialista en las Unidades de Enseñanza Aprendizaje (UEA), quienes se encargan de que el alumnado tenga acceso a los temas que requiere para asegurar el mínimo de conocimientos que requieren para acreditar las UEA que hayan reprobado.

Por otra parte, un punto importante a destacar y que caracteriza a este programa es que la impartición de contenidos de los cursos durante el trimestre lectivo en el cual se imparten ha sido mediada por la figura del facilitador. El facilitador es un alumno de posgrado o de servicio social que se encarga de mediar entre los contenidos, las actividades y el alumnado inscrito en el PAEA. La participación del facilitador hace del PAEA un programa que destaca de entre las propuestas de asesoría y tutoría académico porque se trata de una dinámica de estudio entre pares (alumno-alumno) garantizando que la comunicación sea mucho más directa, horizontal y repercuta favorablemente en el aprendizaje del alumnado que ha reprobado. En este sentido, la figura del facilitador es una pieza clave para alcanzar los objetivos académicos del PAEA.

Desde el año 2023, el PAEA ha evolucionado para transitar hacia un programa de apoyo escolar con cursos autogestivos

que cuentan con asesorías virtuales síncronas y grupos de estudio presenciales entre pares, lo cual forma parte de un modelo de acompañamiento académico que tiene como objetivo asegurar, por un lado, la adquisición de conocimientos mínimos por parte del alumnado y, por otra parte, identificar los aspectos endógenos y exógenos que afectan el aprendizaje del alumnado y que no siempre se tienen presentes durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

Como veremos más adelante, la complejidad del aprendizaje hace prácticamente imposible un avance lineal y homogéneo en los procesos de enseñanza aprendizaje y, en la mayoría de los casos, el profesorado no cuenta con el tiempo necesario para detenerse a realizar la intervención pedagógica que la diversidad del alumnado requiere. El objetivo de este cambio en la modalidad de estudio del programa ha sido actualizar los contenidos, las actividades y la información en general de tal forma que su organización y presentación en la plataforma UbiCua haga posible la flexibilidad en cuanto al acceso y el tiempo que el alumnado destina para el estudio.

1. El modelo de acompañamiento académico para el PAEA

El modelo de acompañamiento académico que surge del PAEA tiene como objetivo promover el desarrollo y fortalecimiento de habilidades cognitivas, socioemocionales y de estudio en el

alumnado para incentivar su desempeño académico y la gestión de su aprendizaje a través de distintas estrategias, herramientas y recursos. Este modelo de acompañamiento busca tender puentes entre las necesidades individuales de aprendizaje del alumnado y el contexto educativo e institucional en la UAM Cuajimalpa para cumplir con la formación integral de profesionales que respondan asertivamente a las exigencias del entorno social y laboral actuales. Sus objetivos específicos son los siguientes:

1. Identificar y atender las necesidades académicas, emocionales y contextuales del alumnado a partir de distintos recursos y herramientas para lograr los objetivos de aprendizaje.
2. Proveer de estrategias personalizadas de apoyo al alumnado, como tutorías académicas y asesorías adaptadas a las diversas formas y necesidades formativas.
3. Promover el uso de distintas herramientas digitales que faciliten el aprendizaje autónomo y el acceso a los contenidos académicos y de las actividades de los cursos del PAEA.
4. Fomentar la colaboración entre el facilitador y el alumnado para crear una red de apoyo integral que mejore la experiencia educativa.
5. Evaluar continuamente la efectividad del modelo de acompañamiento a partir de los resultados obtenidos desde su implementación.

1.1 Fundamentación pedagógica

El acompañamiento académico es un tema que ha cobrado importancia en el contexto educativo actual a partir de que se cuestiona el supuesto pedagógico a partir del cual se sostiene que la educación, y en particular el aprendizaje, es un proceso homogéneo. Los cuestionamientos a este supuesto vienen orientados por la Teoría del Caos a partir de la cual se aborda la complejidad de los fenómenos sociales, incluido el ámbito educativo. Desde la Teoría del Caos se ha puesto el acento en todos aquellos aspectos o factores que están fuera del aula pero que intervienen y complican el proceso cognitivo del aprendizaje. Bajo esta misma línea de argumentación, el aprendizaje es más bien un proceso complejo y heterogéneo determinado por la diversidad y pluralidad del alumnado que se reúne en el aula.

En este sentido, es fundamental considerar el conjunto de factores que inciden en el aprendizaje de las personas, los cuales pueden ser de dos tipos: endógenos y exógenos. Entre los factores endógenos relacionados con el aprendizaje que más han

llamado la atención actualmente se encuentran las habilidades blandas o socioemocionales, las cuales guardan una estrecha relación con las habilidades duras o cognitivas. Desde el ámbito educativo, las habilidades blandas habían sido consideradas de menor importancia frente a las habilidades duras o cognitivas, no es que pasaran desapercibidas sólo que fue minimizando el impacto real que tienen en el aprendizaje de los estudiantes. En el año 2016, fue publicado por el Kennedy School of Government, Harvard University, el estudio Entrar a las aulas mexicanas: mejorando las habilidades blandas de los docentes para aumentar el aprendizaje. (Benedetti, F. y Schettino, C., 2016), en el cual las investigadoras establecieron como hipótesis de su investigación la relación que existe entre los bajos niveles de aprendizaje y las habilidades blandas de los docentes. A menor dominio de habilidades blandas en el aula, menor aprendizaje obtenido en los estudiantes.

Fig. 1: Tanto los factores endógenos como exógenos están presentes durante los procesos de enseñanza aprendizaje.



Para Benedetti y Schettino, las habilidades blandas en los docentes que pueden potenciar el aprendizaje en los estudiantes son:

- a) su actitud frente al grupo,
- b) el manejo eficiente del tiempo en la clase y,
- c) el fomento de la participación de los estudiantes.

Sostienen que, en la medida en que estas habilidades en los docentes sean potenciadas mejorarán los aprendizajes en los estudiantes y, por ende, se avanzará hacia la inclusión educativa. Si bien es cierto que este estudio está enfocado en el nivel básico de la educación en México, este documento ha sido una pieza clave la necesidad de desarrollar y fortalecer las habilidades blandas en los docentes de todos los niveles educativos para lograr procesos de enseñanza aprendizaje integrales. A partir de estos planteamientos comenzaron a implementarse distintos modelos de acompañamiento académico para abordar la gestión de las habilidades y competencias comunicativas y socioemocionales y mejorar los resultados del aprendizaje de los alumnos.

El objetivo principal de estos modelos de acompañamiento ha sido proporcionar las herramientas que coadyuven en la adaptación de los estudiantes a las distintas situaciones de cambio que se les presentan en un mundo impredecible e impregnado de tecnologías

digitales. De acuerdo con López Pérez, C. y Valls Ballesteros, C. (2017), el reto del acompañamiento académico es “(...) formar alumnos, que además de excelentes conocimientos, tengan buenas habilidades emocionales y de trabajo en equipo, que sepan comunicarse y que desarrollen un pensamiento crítico y creativo.” (pág. 13)

En este orden de ideas, el acompañamiento académico nos remite a la necesidad de avanzar hacia una formación integral que abarque tanto la dimensión cognitiva del aprendizaje, así como la dimensión emocional y de las relaciones humanas para potenciar las diferentes inteligencias en las personas que aprenden en determinados contextos.

Desde esta perspectiva, el acompañamiento académico es considerado como un proceso de liderazgo pedagógico basado en el vínculo que se establece entre quien enseña y quien aprende, pues este contacto impacta en las experiencias y los aprendizajes que van a obtener los estudiantes. Ciertamente, las habilidades comunicativas o socioemocionales están directamente relacionadas con el contexto familiar, social y cultural en el cual nacen y se desenvuelven las personas, sin embargo, están determinadas, en principio, por factores biológicos en las personas y, aunque estos factores son tangenciales a las escuelas y centros educativos y no caen dentro de las responsabilidades directas que éstas tienen, sí influyen en los resultados de la formación académica y profesional de los alumnos.

Si bien es cierto que el estudio de las emociones y pasiones humanas no es nuevo, la importancia que éstas tienen para el aprendizaje y cómo se relacionan con la personalidad sí es un tema de reciente atención. De acuerdo con Duckworth y Yeager (2015, citado en Otero, M. P. y Pais, E., 2017), las principales características de las habilidades socioemocionales relacionadas con el rendimiento escolar son:

- a) Se pueden observar en las distintas formas de pensar, sentir y actuar
- b) Son independientes de las habilidades intelectuales o cognitivo-académicas, pero se conectan durante los procesos de enseñanza aprendizaje
- c) Su desarrollo resulta beneficioso para lograr metas socialmente valoradas por las personas
- d) Son relativamente estables en el tiempo, pues pueden cambiar a partir de intervenciones como son: programas escolares o participación en deportes
- e) Dependen del contexto para su expresión y/o modificación

En este sentido, la gestión socioemocional del docente consigo mismo se convierte en una pieza clave para el aprendizaje de los alumnos, pues al tener un mejor manejo de sus habilidades comunicativas y socioemocionales estará en condiciones de potenciar estas mismas habilidades aquellos

para ayudarles a lograr aprendizajes significativos.

Ahora bien, en relación con los modelos de acompañamiento académico hay otro aspecto que conviene destacar, el cual está relacionado con la incursión de las tecnologías digitales en el ámbito educativo. Actualmente, las herramientas tecnológicas forman parte de los factores exógenos que están modificando el proceso de enseñanza – aprendizaje, pero que no estuvieron consideradas en los planteamientos epistemológicos de los paradigmas psicopedagógicos, desde el conductismo hasta el constructivismo. Las formas en la cuales las tecnologías digitales están modificando a la educación son múltiples y dependen, en gran medida, de los contextos educativos en los cuales son implementadas.

La incorporación de las tecnologías digitales en la educación ha tenido efectos que van desde lo realmente positivo hasta lo que todavía desconocemos. Si bien es cierto que la educación mediada con tecnologías digitales ha contribuido al desarrollo de distintas modalidades de estudio (virtual, híbrida y autogestiva), a partir de las cuales se satisfacen las distintas necesidades de formación de los estudiantes, su generalización ha dejado al descubierto la falta de habilidades y competencias digitales para utilizar las distintas herramientas tecnológicas de forma adecuada, ética y responsablemente. En este sentido, en los últimos años se han disparado las crisis de angustia y ansiedad de los

agentes involucrados en los procesos de enseñanza aprendizaje, por lo cual, se ha convertido en una necesidad la implementación de modelos de acompañamiento académico enfocados en potencializar, también, las habilidades comunicativas y socioemocionales.

En principio, el proceso de enseñanza aprendizaje es sustancialmente un acto de comunicación entre seres humanos que se encuentran situados en un momento y contexto específicos para lograr un objetivo. Es por ello que la falta de habilidades comunicativas y las dificultades para gestionar nuestras emociones repercute negativamente en los procesos de enseñanza aprendizaje. Ahora bien, estas dificultades en la comunicación y gestión de habilidades socioemocionales se han incrementado como consecuencia de la creciente incorporación de las tecnologías digitales en el ámbito educativo, lo cual ha complicado el logro de los aprendizajes en las aulas.

Otro aspecto que conviene tener en consideración sobre este fenómeno es el tiempo que las nuevas generaciones destinan al uso de los dispositivos, aplicaciones y plataformas pues tiende a ser diferente al de generaciones anteriores. Una asignatura pendiente es estudiar cómo las tecnologías afectan la atención y concentración que se requiere para el proceso de aprendizaje. En este sentido, el acompañamiento académico nos exige tener en cuenta en qué casos las tecnologías, en tanto factores exógenos transversales, afectan negati-

vamente al aprendizaje, pero también en qué medida podemos incorporarlas de forma crítica, ética y responsable.

1.2 Metodología del Modelo de Acompañamiento académico del PAEA

Desde sus inicios, la estructura del PAEA ha incorporado la figura del facilitador, el cual se encarga de acompañar académicamente al alumnado que se inscribe al programa durante el trimestre que están activos los cursos. Inicialmente, las actividades de acompañamiento estaban más enfocadas hacia lo académico, en el sentido de que el facilitador se presentaba como un mediador entre el contenido de los cursos y el alumnado. En caso de que el alumnado tuviera dudas o inquietudes sobre los contenidos y/o las actividades de los cursos en los cuales se encontraba inscrito, el facilitador se encargaba de mantenerse en continuo contacto para resolver los cuestionamientos que pudieran surgir.

A partir del ciclo 24-I, el PAEA evolucionó hacia un modelo de acompañamiento académico de estructura horizontal en donde el facilitador no se coloca como un experto en los temas o alguien superior frente al alumnado, sino que es un par que comparte no sólo su conocimiento disciplinar, sino también toda su experiencia acumulada durante su paso como alumno de la universidad. El facilitador aplica la escucha activa y la comunicación asertiva para identificar las principales

dificultades o barreras que dificultan el aprendizaje del alumnado. El fundamento pedagógico de este enfoque metodológico es que el aprendizaje significativo no sólo depende del repaso o refuerzo de los temas y contenidos disciplinares, sino que también es importante identificar aquellos aspectos endógenos y exógenos que están afectando el rendimiento académico y logro de los objetivos de aprendizaje del alumnado. En este sentido, las actividades de acompañamiento académico de los facilitadores del PAEA han estado enfocadas en lo siguiente:

a) Ser mediador entre el alumno y el contenido temático y disciplinar de los cursos. Los facilitadores se encargan de mantener contacto directo con el alumnado inscrito para apoyarles con sus dudas e inquietudes.

b) Ser un acompañante en la trayectoria formativa del alumnado, el cual comparte su conocimiento académico, así como sus experiencias personales como alumno de la universidad, con el objetivo de que el alumnado de tronco común logre una adaptación óptima al entorno universitario.

c) Se reconoce como un profesionalista que también se encuentra en proceso de formación, que está dispuesto y receptivo hacia nuevas experiencias de aprendizaje académico y personal, por lo cual realiza el acompañamiento al alumnado desde ese enfoque de apertura y aprendizaje colaborativo.

d) Utilizar todos los recursos humanos, académicos y tecnológicos de los cuales dispone para realizar sus actividades de acompañamiento.

Como parte de las acciones que han sido implementadas para llevar a cabo el acompañamiento académico con este enfoque se imparte a los facilitadores el *Taller Herramientas para el acompañamiento académico. Facilitadores PAEA*, el cual tiene como objetivo apoyar en la formación integral del alumnado, proporcionando al facilitador la información, así como las herramientas y estrategias que le permitan realizar el acompañamiento académico desde un rol de observador e interviniendo en momentos en que el alumnado requiere su atención y apoyo. En este taller se proporciona información variada sobre los distintos métodos y técnicas de estudio que se pueden utilizar con el alumnado para apoyarles con el logro de los objetivos de aprendizaje, a partir de la disciplina, la autogestión y la organización.

En este sentido, son un complemento muy valioso para que el alumnado pueda continuar sus estudios de forma exitosa pues la inteligencia cognitiva de los estudiantes no es un elemento suficiente para conservar la motivación y el éxito durante toda la trayectoria formativa. Cuando los estudiantes aplican con regularidad y dominan determinados métodos y técnicas de estudio pueden mejorar o aumentar su rendimiento académico. Asimismo, se comparte con los facilitadores informa-

ción relacionada con algunos recursos que pueden apoyar en la organización y gestión del aprendizaje como son: formatos de agenda, matrices para la toma de decisiones y gestión del tiempo. En conjunto, las actividades de acompañamiento académico en el PAEA han estado enfocadas en ayudar al alumnado a identificar e intentar corregir aquellos hábitos de estudio y personales que les están dificultando el logro de los objetivos de aprendizaje.

Por otra parte, el PAEA cuenta con atención grupal y personalizada a través grupos de *WhatsApp* para atender todas la dudas académicas y administrativas del alumnado durante su estancia en el programa. Se organiza un grupo en general para la difusión de información de tipo administrativo entre el alumnado y, por otra parte, los facilitadores abren grupos de *WhatsApp* para cada uno de los grupos que les son asignados en el PAEA. Todas estas estrategias en su conjunto contribuyen a que los facilitadores puedan potenciar en el alumnado el desarrollo y fortalecimiento de las habilidades para el estudio y la autogestión de su aprendizaje.

No obstante, a pesar de los avances registrados durante el ciclo del PAEA 24-I en relación con las actividades de acompañamiento al alumnado tenemos, todavía, el reto de avanzar hacia un acompañamiento que responda con mucha más precisión a las distintas situaciones emocionales y contextuales del alumnado que se inscribe al programa porque, como hemos

visto, estos dos aspectos están estrechamente relacionados con el aprendizaje. Para avanzar en este reto hemos retomado, por un lado, la metodología del coaching educativo y la arquitectura de las decisiones y, por otra parte, consideramos la posibilidad de desarrollar e implementar un Sistema de Tutoría Inteligente (basado en la IA), el cual tenga como fundamento pedagógico la metodología del Coach y la Arquitectura de las decisiones (nudges educativos), para acompañar de forma personalizada aquellas situaciones socioemocionales del alumnado que interfieren en su proceso de aprendizaje pues, pedagógicamente hablando, no hay proceso cognitivo sin componente afectivo.

12.1 La metodología del coaching educativo

En primera instancia, la metodología del coaching tiene como base las técnicas y estrategias que se aplican desde el ámbito deportivo o empresarial, en donde se busca llevar a la persona a dar lo mejor de sí misma a partir de un proceso metacognitivo que le permita identificar sus fortalezas, debilidades, posibilidades y/o áreas de mejora. Desde el enfoque del coaching deportivo, el entrenador es la figura que se encarga de guiar este proceso y, para ello, toma en cuenta todos los aspectos endógenos y exógenos del deportista para ayudarlo a cumplir con los objetivos que se ha propuesto. A lo largo de ese proceso se presentan, invariablemente, distintas situaciones que van modificando el plan

inicial y, en este sentido, el rol del entrenador consiste en acompañar al deportista en ese proceso de ajustes, autococonocimiento y transformación personal. Ahora bien, en el ámbito educativo el modelo de acompañamiento académico basado en el coaching implica considerar que existe una relación directa entre los componentes de este enfoque metodológico y el aprendizaje de los estudiantes. Desde este punto de vista, la metodología del coaching no sólo se ocupa de recabar y procesar información, “(...) sino que se trata de hacer un viaje hacia el conocimiento de uno mismo y de la realidad que nos rodea para crear un nuevo estado de conexión con las propias acciones, ansiedades, relaciones, creencias, sueños, etc.” (López Pérez, C. y

Valls Ballesteros, C., 2013, 37-38 pp.) Para que esto sea posible, es necesario generar las condiciones y el ambiente propicio para que ocurra el crecimiento y transformación personal. Los valores que orientan el acompañamiento educativo basado en el coaching propuesto por López Pérez, C. y Valls Ballesteros, C. son los siguientes:

- **Aprender desde la experiencia** porque es lo que permite desarrollar nuevos comportamientos en relación con la comunidad educativa
- **Trabajar en el aquí y en el ahora** porque es importante recuperar la información de lo que está ocurriendo en el momento presente

- **Aplicar el enfoque del trabajo cooperativo** porque es la base del trabajo en equipo que lleva a cambios en los grupos de trabajo

- **Trabajar en la dimensión emocional** porque comprender los procesos emocionales de los integrantes de los equipos incentiva la motivación y mantiene la creatividad

- **Ser genuino**, que aplica tanto al docente como a los alumnos

- **Desarrollar y fomentar la pasión por el aprendizaje** porque el crecimiento personal y de los compañeros de equipo motiva y entusiasma a las personas

Bajo este orden de ideas, el facilitador del PAEA es esa figura que no sólo apoya en la explicación de contenidos y aclara dudas académicas del alumnado, sino que, a través de la implementación de la metodología del coaching, logra generar el ambiente adecuado para conectar con la parte personal y emocional del alumnado para apoyarles en el logro de los aprendizajes.

El facilitador no es un experto que da o tiene respuestas para todas las cuestiones y situaciones que se le presenten, sino que es una persona que coloca al que aprende en el centro y le ofrece pistas y herramientas para que hagan su propio proceso de autoconocimiento y transformación. Generalmente, las pistas que ofrece el facilitador para el aprendizaje son preguntas muy

concretas que ayudan al que aprende a pensar, comprender su realidad, a conectar consigo mismo para encontrar las respuestas que necesita para generar cambios en su situación.

De acuerdo con esta metodología, el facilitador genera las condiciones y abre el espacio para atender las emociones que están dificultando el aprendizaje y la colaboración en un grupo en particular.

Tabla 1: Fases del Modelo de Acompañamiento para el PAEA basado en el coaching educativo.

Fases	Objetivos	Resultado esperado
1 Contrato	Establecer las reglas del juego, las cuales incluyen la delimitación del espacio con el facilitador	El facilitador y el alumno se encuentran situados en un contexto específico y con sus funciones de rol establecidas Implica una visión global del proceso
2 Construcción de la relación	Generar confianza, empatía, confidencialidad y escucha activa	Creación de un espacio seguro para el intercambio Relación del facilitador y alumno basada en la confianza y el respeto
3 Experiencia concreta	Dar validez a las experiencias del alumno Desarrollar en el alumno la capacidad de explorar la propia experiencia	Identificación de un reto, dilema o necesidad por parte del alumno Implicación socioemocional del facilitador con el alumno
4 Observación reflexiva del dilema, reto o necesidad	Desarrollar la capacidad reflexiva del alumno Ofrecer perspectivas nuevas de observación sobre el dilema o reto	Descubrimiento de posibles opciones o rutas por dónde avanzar
5 Generación de nuevo pensamiento	Desarrollo de la capacidad reflexiva del alumno Ofrecer perspectivas nuevas de observación sobre el dilema o reto	Pensamiento nuevo Conceptualización abstracta
6 Integración de nuevos comportamientos	Plan de experimentación activa, tomando en cuenta el contexto de prueba para la aplicación para el nuevo pensamiento Aprendizaje en espiral	Transformación del alumno a partir de la integración de nuevos comportamientos, emociones y resultados Transformación del entorno
7 Cierre	Fin del espacio del aprendizaje con el coach (acompañamiento) Revisión de los aprendizajes obtenidos por parte del alumno	Feedback (retroalimentación) Aprendizaje significativo Separación del facilitador y el alumno

En el ámbito educativo, el acompañamiento académico que recupera las experiencias y vivencias personales permite revisar la calidad de los vínculos que los estudiantes establecen con sus docentes en los procesos de enseñanza aprendizaje para potenciar un rol más activo y motivante y buscar soluciones creativas e ingeniosas a los desafíos y situaciones que se presenten durante su proceso formativo. López Pérez, C. y Valls Ballesteros, C (2013), proponen 7 fases para estructurar el modelo de acompañamiento educativo basado en el coaching:

Ahora bien, la metodología del coaching educativo bien puede ser complementada con la taxonomía de los Cinco Grandes Rasgos de la personalidad, la cual ha sido desarrollada desde la psicología para analizar la personalidad e identificar las áreas en las cuales se deben realizar intervenciones para optimizar la conducta de las personas en las relaciones interpersonales y en determinados contextos. Desde la pedagogía y el ámbito educativo esta taxonomía ha sido recuperada para estudiar cómo es que las habilidades socioemocionales y la personalidad tanto del docente como del alumno interfieren positiva o negativamente en el aprendizaje y el rendimiento escolar, lo cual permite identificar el tipo de estrategias que se requieren para colocar a las habilidades socioemocionales como un complemento de las habilidades cognitivas.

En nuestro modelo de acompañamiento las habilidades socioemocionales han

sido planteadas como habilidades transversales que se activan durante el proceso de enseñanza aprendizaje, por lo cual es prioritario considerarlas como parte de este proceso.

Para Prada M. F. y Rucci, G. (2016), las habilidades socioemocionales se pueden clasificar en dos niveles: a) habilidades o rasgos básicos de la personalidad (Cinco Grandes), y b) las habilidades que resultan de la combinación de estos rasgos de personalidad con otros factores y que son percibidas en el entorno laboral y educativo, tales como la comunicación, el trabajo en equipo y la responsabilidad. En este sentido, esta clasificación sirve, en primera instancia, para caracterizar los rasgos endógenos de la personalidad que posee un individuo y, en segundo lugar, permite clasificar las subdimensiones de estas habilidades en función del contexto en el cual se encuentra situada la persona. Ahora bien, Otero, M. P. y Pais, E. (2017) presentan el modelo de los **Cinco Grandes** rasgos.

Desde el ámbito pedagógico, la identificación de la personalidad tanto del docente como de los alumnos a partir de los cinco rasgos presentados en la siguiente tabla (tabla 2), que permite identificar las distintas expresiones y variaciones de las habilidades socioemocionales que se presentan en el aula durante el proceso de enseñanza aprendizaje para implementar las estrategias didácticas que sean necesarias para lograr los objetivos de aprendizaje.

Tabla 2: Los cinco grandes rasgos de la personalidad.

Rasgo	Definición	Características de personalidad
Neuroticismo (Estabilidad emocional)	Es capaz de evaluar, estabilidad emocional, baja tendencia a experimentar emociones negativas como miedos, sentimientos de culpa, tristeza, enojo	Ser calmos, relegados, controlados, tolerantes ante situaciones de frustración, y comprensivos. No suelen presentar elevados sentimientos de culpa, tristeza, desesperanza, soledad. Capaces de tolerar situaciones estresantes.
Extraversión	Orientación de los propios intereses y energías hacia el mundo externo más que hacia el mundo interno y la experiencia subjetiva; caracterizada por sociabilidad y afectos positivos	Amables, amistosos, disfrutan relacionarse con los demás; seguros, dominantes, verbalizadores, activos, disfrutan con lo colorido, ruidoso, novedoso, ríen con frecuencia, son entusiastas y optimistas
Apertura a la experiencia	Predisposición a nuevas experiencias, a través de la imaginación activa, sensibilidad estética y capacidad de introspección	Creativos, imaginativos, interesados por la estética y la belleza, por las actividades artísticas valoran la vida afectiva como muy importante, sienten tanto afectos positivos como negativos con más frecuencia que los demás, rechazan lo rutinario y convencional y buscan lo diferente; interesados por las argumentaciones intelectuales; poco dogmáticos, dispuestos a contrastar diferentes tipos de valores
Acuerdo	Capacidad para establecer vínculos psicosociales, altruismo y disposición a preocuparse por los demás	Confiados sinceros y algo ingenuos, con sentimientos de preocupación por el bienestar de la gente, generosos, considerados, complacientes en situaciones de conflictos, perdonan; modestos, pero no desvalorizados o inseguros; experimentan sentimientos de piedad y solidaridad
Escrupulosidad (Responsabilidad)	Capacidad para controlar los impulsos, actuar con propósitos o metas claras, planificar, organizar y llevar adelante proyectos e ideas	Se reconocen capaces, idóneos, prudentes y eficaces. Metódicos, ordenados, cumplidos, estrictos en lo ético, niveles de aspiración y metas claras que se esfuerzan por alcanzar, capaces de iniciar una tarea y terminarla, piensan antes de actuar

1.2.2 La teoría del *Nudge* y la arquitectura de las decisiones

Por otra parte, y también como fundamento pedagógico del modelo de acompañamiento que se propone para el PAEA, recuperamos el planteamiento teórico desarrollado por Carl Sunstein y Richard Thaler en su libro “Un pequeño empujón” (2020), en el cual presentan los resultados de su investigación acerca de cómo es posible ayudar a las personas a tomar mejores decisiones para aumentar su calidad de vida en temas relacionados con la salud, el dinero y la felicidad. Los autores cuestionan el supuesto de la economía clásica acerca de que las personas estamos divididas en dos grandes grupos al momento de tomar decisiones, a saber, los humanos y los econs. Por humanos se refieren a aquellas personas que toman decisiones de forma inmediata, poco razonada por falta de tiempo y autocontrol, impulsividad, exceso de actividades y/o satisfacción inmediata de sus necesidades. El grupo de los humanos, normalmente están controlados e influidos por su sistema de pensamiento intuitivo. Por otro lado, se encuentran los econs, quienes toman decisiones en función del cálculo de costo-beneficio que éstas implican. El grupo de los econs piensan detenidamente en las consecuencias antes de tomar decisiones, activando su sistema de pensamiento basado en el razonamiento lógico.

Los resultados de su investigación arrojan información relevante acerca de

cómo sería posible ayudar a las personas cuando toman decisiones basadas en su sistema intuitivo y los resultados son perjudiciales a mediano y largo plazo. En este sentido, su propuesta es influir en las decisiones que toman estas personas, a través de *nudges*, para modificar su comportamiento y el resultado de sus acciones, respetando la libertad de elección de las personas, pero redirigiendo el curso de las decisiones que pueden resultar perjudiciales.

La pregunta entonces es, ¿cómo optimizar las decisiones que tomamos las personas, sin soslayar alguno de estos dos sistemas de pensamiento? Para Sunstein y Thaler, una propuesta viable es a partir de la “arquitectura de las decisiones”, basada en la aplicación de *nudges*. El *nudge* es un término complejo en su traducción, por lo cual Sunstein y Thaler han preferido mantener el significado literal “empujar suavemente o dar un pequeño golpecito con el codo, para recordar o avisar a otra persona sobre un tema en particular.” El *nudge* no implica dar una orden o instrucción directa a las personas, lo cual podría ser percibido como agresión o coerción para la libertad de elección, sino que se trata de disponer de varios recursos para modificar el curso de la acción o comportamiento de las personas.

En este caso nos interesan aquellas decisiones que toman los estudiantes y que están directamente relacionadas con su rendimiento académico durante su periodo de ingreso y adaptación a la universidad, pues al identificar las

causas que están detrás de sus decisiones estaríamos en condiciones de proporcionar la información, opciones y/o alternativas que tienen para evitar la reprobación y el rezago académico. Los *nudges* educativos deben ser experimentados por los estudiantes como un complemento para la toma de decisiones, es decir, como esos escenarios posibles que les ayudan en la activación de su sistema de pensamiento lógico racional y tomar la mejor decisión para lograr sus objetivos de aprendizaje y formativos. Por ello, es fundamental cuidar la forma en que se estructura y presenta la información para modificar el contexto y variar el comportamiento de los estudiantes. El propósito es que logren sus aprendizajes a partir de la gestión de sus emociones, la ansiedad y el estrés que se les presentan en el día a día. Los *nudges* aplicados desde el ámbito educativo en cualquiera de sus modalidades pueden ser de dos tipos: a) **institucionales**, son los lineamientos y acciones institucionales que pueden implementarse en distintos formatos y medios, y b) **contextuales**, se trata de las acciones que el tutor implementa para incidir en las decisiones de los estudiantes.

1.2.3 Los Sistemas de Tutoría Inteligente para el acompañamiento académico

Ahora bien, a partir de la irrupción de las tecnologías digitales y de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) han ocurrido distintas adaptaciones meto-

dológicas y prácticas para el acompañamiento académico. Recientemente, ha comenzado a impulsarse el desarrollo y uso de los Sistemas de Tutoría Inteligente (STI) para apoyar las actividades de la tutoría y el acompañamiento académico en las instituciones educativas. Los STI son sistemas basados en software que utilizan tecnologías digitales y la Inteligencia Artificial para emular algunos aspectos de la tutoría humana en los entornos educativos. De acuerdo con Zulma Cataldi, F. (2009), los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) comenzaron a desarrollarse en los años 80 con la idea de impartir conocimiento con base en alguna forma de inteligencia para guiar al estudiante en el proceso de enseñanza con un comportamiento similar a un tutor humano (pág. 2). En principio, estos sistemas interactúan de forma dinámica con los estudiantes adaptando los contenidos de acuerdo con los ritmos de aprendizaje y las necesidades particulares de éstos. Son herramientas que resultan de utilidad para apoyar la enseñanza siempre y cuando sean utilizados desde un enfoque didáctico.

De acuerdo con Arias, Jiménez y Ovalle (2009), un Sistema de Tutoría Inteligente (ITS, por sus siglas en inglés), se define como: sistemas computacionales diseñados para impartir instrucción y apoyar inteligentemente los procesos de enseñanza aprendizaje mediante la interacción con el alumno. En este sentido, los ITS emulan y complementan las actividades que normalmente realiza un tutor humano

en tres sentidos: qué enseñar, cómo enseñar y a quién enseñar.

En su mayoría, los STI que han sido implementados comparten una arquitectura y estructura similar, la cual se compone de tres módulos básicos:

- a) El **módulo de dominio**, en el cual se define el dominio del conocimiento sobre lo que se va a enseñar
- b) El **módulo del estudiante**, en el cual se define el conocimiento del estudiante en cada punto o tema que se va a abordar, a quién se va a enseñar
- c) El **módulo del tutor**, en el cual se generan las interacciones de aprendizaje entre el tutor o docente y el estudiante sobre cómo enseñar

El momento final de este proceso es la interacción del tutor o docente con el estudiante a través de la interfaz. “A través de la interacción entre los módulos básicos, los STI son capaces de juzgar qué sabe el estudiante y cómo va en su progreso, por lo que la instrucción, puede ser ajustada según las necesidades del estudiante, sin la necesidad de un tutor humano. Un STI actúa como un tutor particular del estudiante ya que, como un entrenador humano, posee libertad para actuar sobre las necesidades más complejas del estudiante” (Zulma Cataldi, F., 2009, pág. 2).

La funcionalidad de los STI depende de que cada una de las funcionalidades de los módulos que lo componen estén bien definidas para garantizar que pueden ser utilizados en distintos contextos desde un enfoque multidisciplinario. Otro aspecto que es importante considerar es que deben estructurarse sobre la información de las necesidades reales de los estudiantes para que la interacción entre los módulos del tutor y del estudiante sea independiente. Una forma de optimizar el funcionamiento y la interacción de los módulos es organizar la información que contengan en submódulos. Zulma Cataldi, F. (2009), menciona que, actualmente, se están haciendo pruebas y estudios de los métodos de tutorizado que han sido utilizados en los STI existentes para obtener datos que permitan, por un lado, identificar los métodos de enseñanza que sean más efectivos con relación a los objetivos de aprendizaje de los estudiantes que son usuarios del sistema y, por otro lado, obtener módulos completamente intercambiables e independientes del dominio de la aplicación.

El objetivo es que el STI tenga un comportamiento parecido al de un tutor humano, que logre adaptarse al comportamiento del alumno para guiarlo y acompañarlo en su proceso de aprendizaje.

2. El Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI) del PAEA

El Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI) del PAEA tiene como objetivo promover el desarrollo y fortalecimiento de habilidades cognitivas, socioemocionales y de estudio en el alumnado para potenciar su rendimiento académico, a través de la implementación de distintas estrategias presenciales y virtuales. El MAUI viene desarrollándose desde el año 2023 a través de la implementación de distintas estrategias para el acompañamiento al alumnado y tiene como fundamento pedagógico la metodología de coaching educativo, la teoría del nudge y la arquitectura de las decisiones, así como la recopilación de las experiencias de nuestros facilitadores. A través de la implementación de estas metodologías se pretende recuperar información relevante sobre el alumnado para construir un Sistema de Tutoría Inteligente (STI) que coadyuve en las actividades de acompañamiento académico que ya han venido implementando con el alumnado de la UAM, Unidad Cuajimalpa.

El MAUI está estructurado en dos fases previas al desarrollo del módulo del tutor/facilitador del STI, las cuales se corresponden con cada una de las metodologías que han sido mencionadas y, a partir de las cuales, se espera recuperar la información necesaria para la construcción del módulo del Dominio del STI.

a) **Recuperación de información a partir de la metodología del coaching educativo.** Como lo hemos planteado anteriormente, modelo del coaching educativo desarrollado por López Pérez C. y Valls Ballesteros C. (2013), está centrado en atender las emociones presentes durante el proceso de enseñanza aprendizaje, poniendo especial atención en el vínculo que el profesor establece con sus alumnos a partir de su rol de líder en el aula capaz de generar un ambiente adecuado que facilita el aprendizaje. Su propuesta es integrar lo emocional y relacional con lo cognitivo para lograr mejores resultados en el aprendizaje. En nuestro modelo de acompañamiento recuperamos este planteamiento sólo que la figura de líder es el facilitador. El líder en el ámbito educativo no es una figura de autoridad y/o superioridad frente a los alumnos, sino que es esa figura capaz de guiar desde la horizontalidad y reconociendo que sus alumnos son diferentes, con distintas necesidades, estilos y ritmos de aprendizaje. El coaching educativo se da permiso de abandonar el centro del aula para colocar a sus alumnos como los protagonistas de su propio aprendizaje. Para lograr este objetivo se recomienda seguir la metodología de las 7 fases, la cual permite recuperar información valiosa de los estudiantes y su contexto a partir de las distintas estrategias. Es importante recordar que al aplicar esta metodología se pretende ayudar al alumno a transformar su propia realidad, así como las distintas situaciones adversas que interfieren negativamente en su rendi-

miento académico, a partir de su propia reflexión. El facilitador o coach educativo no le dice qué hacer con tal o cual situación, tampoco le da instrucciones, sólo le ayuda a explorar y reflexionar sobre su propia experiencia de tal forma que sea el alumno el que encuentre las vías o rutas sobre las cuales avanzar para generar cambios y obtener resultados diferentes. Documentar este proceso se vuelve necesario para el MAUI pues la información recabada en el acompañamiento presencial y virtual sirve para nutrir el STI.

b) **El *nudge* educativo y la arquitectura de las decisiones.** Si bien es cierto que la teoría del *nudge* y la arquitectura de las decisiones ha sido planteada para aplicarse en ámbitos como la salud o las finanzas, también desde el ámbito educativo existen áreas de oportunidad para aplicar estos planteamientos en beneficio del rendimiento académico de los alumnos. La arquitectura de las decisiones consiste en presentar a las personas distintas opciones para resolver una situación que pudiera resultar perjudicial a corto, mediano o largo plazo. Por ejemplo, en relación con el tema de la salud en un centro comercial el *nudge* consistiría en colocar como primera opción de consumo la comida saludable y, de esta manera, dirigir el curso de las decisiones personales para su beneficio. A mediano y largo plazo estas decisiones orientadas por alguien más suman beneficios en la calidad de vida de las personas. En este sentido, en el ámbito de la educación se pueden aplicar distintos *nudges*

educativos y modificar el rumbo de las decisiones de los estudiantes para incentivar el rendimiento académico. Desde nuestro modelo de acompañamiento académico se ha comenzado a trabajar con los facilitadores sobre la forma en la cual se presenta la información a los alumnos sobre temas relacionados con la gestión y administración del tiempo, así como con el establecimiento de prioridades tanto personales como laborales y académicas para ayudarles a tomar mejores decisiones. Las distintas experiencias que han tenido nuestros facilitadores sobre estos temas nos han marcado la pauta para incluir este enfoque de los *nudges* educativos en el MAUI. Al igual que en la metodología del coaching educativo no se trata de decirles a los alumnos lo que deber hacer, pero sí presentarles la opción que, desde la experiencia razonada, puede ser la más funcional para el logro de objetivos de aprendizaje de los alumnos. El problema en la mayoría de los casos es que los alumnos no se detienen a reflexionar con calma sobre las distintas situaciones que se les están presentando y las decisiones que toman para resolverlas, es por ello que el *nudge* educativo es ese pequeño empujón que puede ayudarles a tomar las mejores decisiones a corto, mediano y largo plazo.

c) **El Sistema de Tutoría Inteligente.** El STI tiene como objetivo ser una herramienta de apoyo para las actividades de acompañamiento presenciales y/o virtuales que realizan los facilitadores del PAEA con sus alumnos en

los cursos que le son asignados. Para el desarrollo e implementación del MAUI es necesario la sistematización de la información que se recupere en las dos fases anteriores pues, de esta forma, se estarán alimentando los módulos de la interfaz, del alumno y del facilitador. Un sistema de este tipo debe contar con ciertas características y la información por la cual los alumnos estarían utilizándolo, tales como:

- El enfoque desde el cual comparte la información con los alumnos
- La conexión con el estado emocional del alumno
- La identificación de los rasgos de personalidad, la emoción que está sintiendo y la conexión con el contexto en el cual se encuentra situado el alumno
- La identificación de la o las habilidades socioemocionales que el alumno necesita desarrollar o potencializar para aumentar su rendimiento académico

Para guiar al alumno en este proceso el STI debe contar con reglas para saber qué hacer cuando:

- El alumno no conoce sus rasgos de personalidad
- El alumno no logra identificar la emoción o emociones que está sintiendo
- El alumno no sabe qué hacer con lo que está sintiendo

Conclusiones

El acompañamiento académico es un tema que siempre ha sido relevante en los procesos de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, ha cobrado importancia en el contexto educativo actual a partir de que se cuestiona el supuesto pedagógico en el cual se sostiene que la educación, y en particular el aprendizaje, es un proceso homogéneo. Los cuestionamientos a este supuesto vienen orientados por la Teoría del Caos en la cual se plantea la complejidad de los fenómenos sociales, incluido el ámbito educativo. Desde la Teoría del Caos se ha puesto énfasis en que el aprendizaje es un proceso complejo y heterogéneo determinado por la diversidad y pluralidad del alumnado que se reúne en el aula. En este sentido, es fundamental reconocer que el aprendizaje está muy lejos de ser un proceso lineal y homogéneo y que es necesario considerar el conjunto de factores que inciden en el aprendizaje de las personas, los cuales pueden ser de dos tipos: endógenos y exógenos.

En este sentido, el acompañamiento académico puede ser visto con un conjunto de recursos y herramientas de apoyo para los docentes en contextos educativos complejos y diversos en los cuales el índice de reprobación y deserción en el nivel de educación superior es muy alto.

Existen diferentes metodologías para implementar el acompañamiento académico en el ámbito educativo. Para el

caso del Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI) del PAEA en la UAM Cuajimalpa se integran la metodología del coaching educativo, la teoría del *Nudge* educativo y el Sistema de Tutoría Inteligente para acompañar académicamente y de forma integral al alumnado de primer trimestre a regularizar su situación académica. La combinación de estas tres metodologías nos permite desarrollar e implementar un modelo de acompañamiento académico integral que atienda no sólo los aspectos académicos del alumnado, sino también los aspectos socioemocionales que interfieren en su aprendizaje y rendimiento escolar incorporando los beneficios que en este sentido nos proporcionan las tecnologías digitales. El objetivo es integrar la metodología del coaching educativo y de la arquitectura de las decisiones para establecer una serie de pasos que van a guiar la transmisión de la información a los alumnos a través del STI.

Entre las acciones de acompañamiento académico que han fortalecido a nuestro programa de apoyo escolar son:

- El desempeño académico del alumnado nos ha permitido orientar las actualizaciones de los cursos que acompañan al programa
- Se ha fortalecido la cadena de comunicación entre las distintas áreas y actores que participan en el programa
- Se ha establecido un proceso de enseñanza aprendizaje horizontal y

colaborativo entre el alumnado y los facilitadores, lo cual se traduce en una mayor retención de los alumnos

La propuesta del *Modelo de Acompañamiento Universitario Integral (MAUI)* nos permitirá avanzar en los aspectos que han impactado negativamente a nuestro programa:

- Apoyar al alumnado con su sobrecarga académica
- Brindar las herramientas y la información necesaria para apoyar al alumnado a gestionar sus dificultades familiares y emocionales
- Brindar las herramientas y la información necesaria para apoyar al alumnado para gestionar su tiempo y gestionar su aprendizaje
- Fomentar la comunicación asertiva del alumnado para gestionar su aprendizaje
- Disminuir el impacto que tiene el cambio de los facilitadores en el aprendizaje de los alumnos. 

Referencias

Sunstein, Cass R. y Thaler, Richard. (2020). *Un pequeño empujón. El impulso que necesitas para tomar mejores decisiones sobre salud, dinero y felicidad.* Editorial Taurus. 332 pp.

Uribe-Canónigo, R. F. (2017). *El aprendizaje en la era digital. Perspectiva desde las principales teorías.* AIBI Revista de Investigación. Volumen 5. Número 2. pp. 29-33

García Rodríguez, V. (2025). *Del Constructivismo al Conectivismo. Aspectos pedagógicos para un marco teórico de referencia en la formación docente de nivel superior.* Cátedra Iberoamericana de Educación. Universidad de Alcalá. Organización de Estados Iberoamericanos. Editorial Dickinson. Libro Digital. ISBN 979-13-7006-311-5

López Pérez, C. y Valls Ballesteros, C. (2013). *Coaching educativo. Las emociones al servicio del aprendizaje.* Biblioteca Innovación Educativa. SM Editorial. Ciudad de México.

Zulman Cataldi, F. J. L. (2009). *Sistemas Tutores Inteligentes: procedimientos, métodos, técnicas y herramientas para su creación.* Virtual Educa Argentina. Universidad de Buenos Aires.

Otero, M. P. y País, E. (2017). *Las habilidades socioemocionales en el modelo de los cinco factores. Un estudio con alumnos participantes del FEPBA 2014.* Unidad de Evaluación Integral de la Calidad y Equidad Educativa.

Moreno Uscanga, C. J. et. al. (2020). *Diseño de programas de acompañamiento académico integral mediante la tutoría y asesoría.* Ediciones Normalismo Extraordinario. Ciudad de México.

Micin Carballo, S. et. al. (2016). “Caracterización, nivelación y acompañamiento académico para estudiantes de ingreso a la educación superior” en Lavados, H. y Berríos, R. (Eds.). (2016). *Políticas para el desarrollo universitario: principios y evidencias.* (pp.359-398). Santiago, Ediciones Universidad San Sebastián.

Propagación de Incertidumbre en Ciencias Forenses:

Un Enfoque Educativo con Monte Carlo

Autores:

Torres Zúñiga, Vicente

ORCID: 0000-0001-8853-3896

RESUMEN: *La enseñanza del concepto de incertidumbre en la medición constituye un reto en programas de ciencias forenses, dado que la mayoría de los estudiantes carece de las habilidades matemáticas necesarias para aplicar métodos tradicionales del cálculo de propagación de incertidumbres. Este trabajo propone una estrategia didáctica que integra el método de simulación Monte Carlo (MC) y el uso de la herramienta digital NIST Uncertainty Machine para mejorar la comprensión conceptual y práctica de la incertidumbre en contextos forenses. La intervención didáctica se realizó en la asignatura de Física Mecánica de la Licenciatura en Ciencia Forense. Se realizaron actividades experimentales, simulaciones y análisis comparativos entre los enfoques analíticos y probabilísticos. Los resultados incluyeron un aumento en la interpretación adecuada de intervalos de confianza y una percepción positiva sobre la aplicabilidad del método en el ámbito pericial.*

PALABRAS CLAVE: *aprendizaje de la incertidumbre, ciencia forense, simulación Monte Carlo, herramientas digitales, educación en física.*

ABSTRACT: *Teaching the concept of measurement uncertainty represents a challenge in forensic science programs, as most students lack the mathematical skills required to apply traditional methods of uncertainty propagation. This study proposes a didactic strategy that integrates the Montecarlo (MC) simulation method and the use of the NIST Uncertainty Machine digital tool to enhance both conceptual and practical understanding of uncertainty in forensic contexts. The instructional intervention was implemented in the Mechanical Physics course of the Forensic Science undergraduate program. It involved experimental activities, simulations, and comparative analyses between analytical and probabilistic approaches. The results showed an improvement in the correct interpretation of confidence intervals and a positive perception of the method's applicability in forensic practice.*

Introducción

El aprendizaje de conceptos propios de las ciencias fácticas representa un desafío en áreas como la ciencia forense, debido que esta especialidad particular posee un carácter práctico, multidisciplinario y a deficiencias históricas en la enseñanza. Las disciplinas científicas comparten el objetivo fundamental de describir la realidad de manera objetiva, y en alguna etapa, conlleva asignar valores numéricos a los rasgos observables para permitir su conteo, comparación o medición (Bunge, 2004). Sin embargo, toda medición está sujeta a limitaciones intrínsecas al método, la técnica, el instrumental utilizado o a combinaciones de las anteriores, impidiendo que el resultado sea un valor absoluto (Taylor, 2022). En consecuencia, las mediciones no son cifras exactas, sino estimaciones acompañadas de un intervalo de incertidumbre asociada al mesurando, i.e. la cantidad que se pretende medir. Esta incertidumbre, entendida como el intervalo en el que se espera que se encuentre el valor verdadero, es un elemento esencial en la interpretación de resultados experimentales, de mediciones en general y de la comunicación de hallazgos científicos.

En el quehacer forense, la adecuada comprensión y expresión de la incertidumbre es relevante, ya que las decisiones judiciales pueden depender de la interpretación cuantitativa de los datos de prueba. Por ejemplo, puede ser un agravante de pena si se deter-

mina que si un conductor excedió el límite de velocidad como resultado del análisis de imágenes grabadas por una cámara. También puede ser la situación de establecer la pena a una persona que infringió la ley y afirma ser menor de edad, por lo que medidas antropométricas pueden utilizarse para establecer la edad biológica (Langley y otros, 2018). En general, en ciencia forense el desafío técnico es debido a la pérdida de datos o su estimación por fuentes secundarias, elevando el grado de incertidumbre de la medición. Peor aún, estudios previos evidencian que los estudiantes de nivel superior, incluidos los de ciencias forenses, suelen centrarse en el valor central de la medición e ignoran el análisis del intervalo de confianza, a pesar de conocer el impacto trascendental en el dictamen pericial (Jcgm, 2008; ENFSI, 2024).

Este problema se agrava por la baja competencia matemática observada en una cantidad considerable de estudiantes, lo que dificulta el uso de métodos tradicionales de propagación de incertidumbre, basados en derivadas parciales y en álgebra avanzada (Taylor, 2022). Ante esta limitación, se requieren estrategias didácticas que reduzcan la carga cognitiva asociada al cálculo simbólico y faciliten la interpretación probabilística.

En este contexto, el método de simulación Monte Carlo (MC) se presenta como una alternativa pedagógicamente adecuada. Este método permite estimar la incertidumbre generando distribu-

ciones de probabilidad para las variables de entrada y mediante rutinas numéricas se calcula un valor central y la distribución del resultado (Lafarge & Possolo, 2015). Desde una perspectiva educativa, el MC ofrece ventajas entre las que destacan: 1) evita la dependencia de cálculos analíticos complejos, 2) promueve la comprensión estadística y probabilística, y 3) brinda un lenguaje más accesible para estudiantes y profesionales del ámbito forense, incluidos jueces y abogados. En efecto, en el quehacer forense existe más familiaridad sobre temas de probabilidad y estadística que aquellos del cálculo diferencial, así se observa en el énfasis curricular de varios planes de estudios universitarios donde se puede verificar la existencia de asignaturas específicas de matemáticas (Licenciatura en Ciencia Forense UNAM, 2013; Escuela Nacional de Ciencias Forenses, 2024).

La implementación del método MC es potenciada por herramientas digitales que eliminan la necesidad de programación avanzada que también pueden representar una cortapisa para algunos estudiantes e instituciones carentes de recursos de cómputo (Santimateo y otros, 2018). Entre ellas, destaca la NIST Uncertainty Machine, desarrollada por el National Institute of Standards and Technology, que permite definir variables, asignar distribuciones, realizar simulaciones y visualizar histogramas e intervalos de confianza de forma intuitiva a través de una interface web (Albert, 2020). Estas características favorecen la integración del aprendizaje

conceptual y práctico en los temas de la asignatura.

El presente trabajo propone una estrategia didáctica basada en el método de Monte Carlo y en el uso de la NIST Uncertainty Machine para la enseñanza de la incertidumbre en mediciones aplicadas a la física forense. La propuesta se orienta a fortalecer la comprensión del concepto y su interpretación probatoria, analizando ecuaciones relevantes como la determinación de velocidad mediante el alcance en tiro parabólico, la estimación de fuerza de impacto de un objeto que alcanza el reposo y el cálculo de velocidad a partir de huellas de frenado en el asfalto. Consideramos que la propuesta es innovadora tanto para el área de la enseñanza de la ciencia forense, como también para las ciencias fácticas, pues este enfoque ha sido poco tratado curricularmente como observamos en la revisión de antecedentes en la literatura.

Incertidumbre en medición: fundamentos conceptuales

En ciencias experimentales, la medición no se concibe como un valor absoluto, sino como una estimación sujeta a incertidumbre. El Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) es un documento clave en el tema que define la incertidumbre como un parámetro que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a una magnitud, basado en la información utilizada (Jcgm, 2008). Así, los resultados pueden presentarse con un estimador central

(e.g. promedio, moda, etc.) acompañado de un intervalo de confianza que cuantifique la fiabilidad de la medición.

En el ámbito forense, esta consideración es significativa en sus consecuencias. El intervalo además de expresar la variabilidad inherente al proceso de medición también puede modificar la interpretación probatoria. Un intervalo amplio podría debilitar la credibilidad de una hipótesis, mientras que uno estrecho respalda la certeza del peritaje. Desde la perspectiva de la filosofía de la ciencia, es claro que la competencia de hipótesis es un tema epistémico esencial en el quehacer forense. Por ello, la comunicación de la incertidumbre es esencial para la transparencia en el adecuado proceso judicial, donde las decisiones finales de las personas juzgadoras se fundamentan en la evaluación crítica de la evidencia (ENFSI, 2024).

Dificultades en la enseñanza de la incertidumbre

A pesar de su importancia, la incertidumbre sigue siendo un concepto poco comprendido entre los estudiantes de educación superior (Vignal & al., 2023; Pollard y otros, 2021), y se intuye especialmente deficiente en carreras como ciencias forenses, donde la formación matemática es limitada (Buffalini y otros, 2022). Investigaciones en educación en física revelan que los estudiantes suelen enfocar su atención únicamente en el valor central, ignorando la disper-

sión y la significancia del intervalo de confianza (Vignal & al., 2023; Pollard y otros, 2021). Este sesgo puede atribuirse a dos factores:

- El énfasis histórico en resultados deterministas en la enseñanza de física. El cual afecta a toda la población escolar y no solo a un sector, como es el forense. Muchas personas consideran per se muy difícil el aprendizaje de la física al implicar cálculos de valor central. Las operaciones inherentes en la dispersión de la incertidumbre por métodos analíticos embrollan más los cálculos y pueden entorpecer la comprensión de los conceptos de física.
- Las barreras cognitivas asociadas al cálculo diferencial y a las operaciones algebraicas, que dificultan la aplicación de métodos tradicionales para estimar la incertidumbre. Recordando que el concepto de derivada es un tema más avanzado que la operación algebraica.

En consecuencia, la mayoría de los futuros peritos no adquieren competencias sólidas en la interpretación de la incertidumbre de mediciones. A lo más, se espera que cuenten con la noción de utilizar moderadamente la cantidad de cifras significativas, limitando su capacidad para argumentar con rigor en escenarios judiciales.

Tres ecuaciones forenses y su incertidumbre

La propagación general de la incertidumbre de una función $f(x_1, \dots, x_n)$ es de acuerdo con (Taylor, 2022):

$$(1) \quad \sigma_f^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_{x_i}^2 + 2 \sum_{i < j} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} \right) \text{Cov}(x_i, x_j).$$

Cuando las covarianzas son nulas, las variables son independientes entre sí, por lo que se simplifica la expresión a:

$$(2) \quad \sigma_f = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_{x_i}^2}.$$

La ecuación 2 es la utilizada en este trabajo. Esta expresión ya puede ser abrumadora de aplicar para algunos estudiantes que inician en el tema. A continuación revisaremos tres casos populares en el quehacer forense.

1. El cálculo de la velocidad v de un proyectil puntual en función del alcance R , en ausencia de arrastre, lanzado a ángulo θ con la horizontal, y con una aceleración en caída libre de g , se puede escribir como (Radi & Rasmussen, 2024):

$$(3) \quad v = \sqrt{\frac{Rg}{\sin(2\theta)}}.$$

La propagación de la incertidumbre asociada a la velocidad es:

$$(4) \quad \sigma_v = \sqrt{\left(\frac{\sigma_R}{2R} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_g}{2g} \right)^2 + \cot^2(2\theta) \sigma_\theta^2}.$$

2. La fuerza de impacto en función de la velocidad y el tiempo Δt y la masa m , considerando que el objeto alcanza el reposo es (Radi & Rasmussen, 2024):

$$F = \frac{mv}{\Delta t}. \quad (5)$$

La incertidumbre asociada a esta fuerza es:

$$\sigma_F = \sqrt{\left(\frac{m}{\Delta t} \right)^2 \sigma_v^2 + \left(\frac{mv}{\Delta t^2} \right)^2 \sigma_{\Delta t}^2 + \left(\frac{v}{\Delta t} \right)^2 \sigma_m^2}. \quad (6)$$

3. La velocidad en función de la distancia de frenado d sobre un terreno horizontal con coeficiente de fricción μ se puede expresar como:

$$v = \sqrt{2d\mu g}. \quad (7)$$

La incertidumbre asociada a esta velocidad escribe como:

$$\sigma_v = \frac{v}{2} \sqrt{\left(\frac{\sigma_d}{d} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_\mu}{\mu} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_g}{g} \right)^2} \quad (8)$$

Para muchos estudiantes de primer semestre de la carrera en ciencia forense las expresiones de incertidumbre (ecuaciones 4, 6 y 8) pueden ser demasiado complejas, pese a que se puedan programar en una calculadora o algún script de software matemático. Por ello proponemos complementar el tema utilizando el método Monte Carlo apoyado con el sitio web del NIST Uncertainty Machine.

Método de Monte Carlo en estimación de incertidumbre

El método de Monte Carlo (MC) se basa en la generación de números digitales pseudoaleatorios a partir de distribuciones definidas para las variables de entrada y en la propagación de estas simulaciones para obtener la distribución de la variable de salida (Albert, 2020; Curiel-Sánchez, 2018). En la literatura especializada se pueden encontrar varias aplicaciones de su utilización. En concreto, es un método popular en investigaciones de hechos de tránsito y química forense (Zhou & al, 2023; Antović y otros, 2022). A diferencia del enfoque tradicional de propagación de la incertidumbre que requiere derivadas parciales, aproximaciones y una cuidadosa algebra el MC es flexible. Solo requiere la definición de intervalos a priori, definir la distribución a utilizar y, en algunos casos, un valor central.

Herramientas digitales para la enseñanza del método Monte Carlo

El desarrollo tecnológico ha facilitado la implementación de simulaciones MC en entornos educativos. Entre las herramientas más accesibles destaca la NIST Uncertainty Machine (UM), desarrollada por el National Institute of Standards and Technology, por tres razones principales (Lafarge & Possolo, 2015):

- **Accesibilidad.** Pues es una herramienta gratuita basada en la web que utiliza los recursos de la máquina

remota (i.e. servidor) y no de la propia del usuario.

- **Facilidad didáctica.** La app permite definir variables, seleccionar distribuciones, realizar simulaciones y obtener reportes con histogramas e intervalos de confianza sin conocimientos de programación. De modo que el aprendizaje se puede enfocar en el método y no en la sintaxis o estructura del código.

- **Prestigio institucional** que respalda la validez del enfoque. Qué si bien no es una característica técnica, tampoco es irrelevante en la percepción de la utilización de software abierto al público en general. Característica relevante, especialmente cuando la comunidad forense es muy cautelosa en aceptar técnicas novedosas.

Diversos estudios en educación en química y física han reportado que la incorporación de la UM del NIST mejora la comprensión de la incertidumbre y la propagación en entornos de laboratorio (Albert, 2020). Además, su aplicación se extiende a ejercicios interdisciplinarios, como la determinación de constantes físicas, el análisis balístico y la estimación de fuerzas en colisiones (Possolo y otros, 2021).

En síntesis, el método de Monte Carlo, potenciado por herramientas digitales, constituye un puente entre la complejidad matemática y la necesidad de una interpretación rigurosa de la incertidumbre en contextos educativos y forenses.

Metodología

Intervención didáctica

La intervención se realizó con un total de 74 estudiantes, de dos grupos de primer semestre de la Licenciatura en Ciencia Forense UNAM durante agosto del año 2024 y 2025, respectivamente, en la asignatura obligatoria de Física Mecánica, que incluye un laboratorio de tres horas semanales, complementada por tres horas semanales de teoría y que requiere el aprendizaje del tema de medición de incertidumbre asociada. El objetivo fue introducir el concepto de incertidumbre y la estimación mediante método Monte Carlo (MC) apoyándose en recursos digitales y actividades experimentales sencillas.

La actividad se desarrolló durante seis horas distribuidas en tres sesiones presenciales en un periodo de dos semanas. A continuación, se desglosan las actividades entre sesiones:

1. Sesión 1 (2 horas): Introducción y experimentos iniciales. Incluyó actividades para evidenciar la variabilidad en procesos aleatorios y la relación con distribuciones estadísticas:

- » Lanzamiento de dos dados y análisis de frecuencias para ilustrar la tendencia de la suma de los dados a una distribución normal. A cada estudiante se le entregó un par de dados, se le pidió que cada uno tirara 20 veces los dados y sumaran el resultado. En un formulario de Google Forms se registraron las sumas de

entre el 2 y 12. En una hoja de cálculo se graficó el resultado de la frecuencia, mostrando la tendencia de los datos hacia una distribución con valor central mayor probabilidad y tendencia a la simetría. El objetivo fue exhibir la viabilidad de obtener una tendencia de eventos aleatorios y tomar decisiones con la información. Por ejemplo, apostar informadamente por cierta combinación de números ganadores.

- » Visualización de la simulación de π mediante generación aleatoria de puntos. Es un ejemplo clásico del MC en el que se muestra la relación entre puntos aleatorios de un círculo inscrito en un cuadrado permite obtener una aceptable aproximación del valor de π cuando crece la muestra de números aleatorios (Curiel-Sánchez, 2018). El objetivo fue evidenciar que se pueden obtener experimentalmente y con aceptable aproximación un número muy notable de las ciencias fisicomatemáticas. De modo de dejar claro que se puede obtener un enunciado de verdad (con cierto alcance) mediante la correcta definición de un experimento por MC.
- » Estimación indirecta del número de objetos en un recipiente cerrado, vinculando incertidumbre y peritaje. Se alentó a los estudiantes que realizaran un estimación del número de caramelos contenidos en un recipiente transparente. Sin medir o tocar el recipiente podían

hacer estimaciones acertadas cuando cuentan con suficiente motivación. En las condiciones adecuadas se puede lograr que en el orden de la desviación estándar se contenga el resultado correcto. Es decir varios estudiantes se acercaron al número correcto de caramelos. Esta clase de ejercicios han mostrado su impacto positivo en los estudiantes y se les denomina “problemas de Fermi” (Palau y otros, 2025; Albarracín & Årlebäck, 2022).

2. Sesión 2 (1.5 horas): Introducción al método Monte Carlo y herramienta digital. Se presentó el concepto de incertidumbre en la medición, destacando el papel del intervalo de confianza en contextos forenses. Posteriormente, se explicó el método MC y se realizó demostraciones prácticas con la NIST Uncertainty Machine:

- » Definición de variables y asignación de distribuciones dependiendo del tipo de medición: gaussiana cuando es estadística, cuadrada cuando es digital o no se confía en el valor central, triangular cuando es digital o se confía en el valor central (Lafarge & Possolo, 2015).
- » Sintaxis de expresiones de interés.
- » Ejecución de simulaciones y análisis de histogramas.
- » Interpretación de intervalos de confianza derivados de simulación.

- » Criterios para utilizar la herramienta sobre la alternativa analítica para calcular la incertidumbre.

3. Sesión 3 (1.5 horas): Trabajo autónomo y evaluación. Los estudiantes realizaron ejercicios prácticos:

- » Aplicación de simulaciones MC para ecuaciones del curso. Utilizando las ecuaciones 3, 5 y 7.
- » Comparación con cálculos analíticos de propagación de incertidumbre. Utilizando las ecuaciones 4, 6 y 8.
- » Finalmente, completaron un cuestionario en Google Forms para evaluar:
 - Comprensión conceptual de incertidumbre.
 - Percepción sobre la facilidad del método MC frente a métodos tradicionales.
 - Opinión sobre su aplicabilidad en contextos forenses.
 - Obtener información adicional sobre sus antecedentes académicos, en particular en matemáticas.

Recursos utilizados

- **Herramienta digital:** NIST Uncertainty Machine (<https://uncertainty.nist.gov>).

- **Materiales:** dos dados por estudiantes, presentación conceptual, animación interactiva para obtener π por método Monte Carlo (recurso privado del profesor), guía práctica en formato PDF con las ecuaciones de trabajo (Ec. 3, 5 y 7.) y sus correspondientes incertidumbres, cuestionario en Google Forms para obtener evaluativos. 40 computadoras ubicadas en el Aula Digital de la EnaCiF

Resultados

Para mantener la exposición breve y sin pérdida de generalidad, aquí se presentan únicamente los resultados obtenidos a partir de la ecuación 7. La figura 1 muestra la interface con los datos de entrada. Se consideró una distancia de 10 m correspondiente a la huella de frenado de un vehículo, medida con un flexómetro. Dado que este tipo de mediciones no suelen ser completamente precisas, se asumió una confiabilidad menor a 0.05 m. En consecuencia, su distribución se modeló como triangular, ya que proviene de un instrumento analógico y se confía en el valor central de la medición.

En el caso del coeficiente de fricción μ , se utilizó un valor de 0.60 reportado para vehículos terrestres pesados en una fuente secundaria (Remolina-Caviedes y otros). Sin embargo, los autores no especifican la incertidumbre asociada; por ello, se consideró un intervalo de ± 0.005 con una distribución rectangular, al no tenerse plena certeza sobre la

naturaleza de rango de incertidumbre. Respecto a la aceleración de la gravedad g , se estableció el valor de 9.8 m/s² reportado en libros de texto (Radi & Rasmussen, 2024). Se asignó una incertidumbre de ± 0.05 m/s² con una distribución triangular, dado que se trata de un valor ampliamente aceptado y confiable.

El cálculo analítico de la incertidumbre fue de $v = 10.844 \pm 0.060$ m/s, lo que corresponde a una incertidumbre relativa porcentual de 0.553%. Valor apenas inferior los 40 km/h que es el que marca la ley en la Ciudad de México como límite de circulación en vías secundarias en vías secundarias (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2019). El valor de 0.746 km/h es el que diferencia este caso de una infracción por rebasar el límite de velocidad.

Por su parte, después de 106 iteraciones, el cálculo mediante simulación Monte Carlo resultó en una velocidad promedio de 10.844 m/s, con una desviación estándar de 0.0528 m/s, equivalente a una incertidumbre relativa porcentual de 0.549%. Se observa que el intervalo obtenido mediante Monte Carlo es ligeramente más estrecho que el del método analítico, lo que evidencia que ambos métodos son esencialmente equivalentes. La figura 2 muestra los resultados de la simulación, donde se incluye una gráfica de resultados numéricos y una de una distribución normal. Claramente la simulación no ajusta completamente a la campana de Gauss.

Resultados del cuestionario de evaluación

Encontramos que el 60% de los estudiantes admitió tener deficiencias en operaciones algebraicas. El 80% desconocía el concepto de derivada. El 97% opinó que la ecuación 2 les resultaba complicada, mientras que el 98% consideró difícil obtener las ecuaciones de propagación de incertidumbres. En contraste, el 80% de los estudiantes

afirmó contar con alguna noción sobre estadística, el 84 % opinó que el método Monte Carlo es confiable, el 95% manifestó que el método Monte Carlo les pareció más fácil de ejecutar frente al analítico. El 70% sostuvo que la definición de la distribución para cada medida es lo más difícil de la propuesta Monte Carlo. En efecto. El 67 % realizó la actividad de modo óptimo y un 8% presentó problemas para utilizar la interfaz de *NIST Uncertainty Machine*.

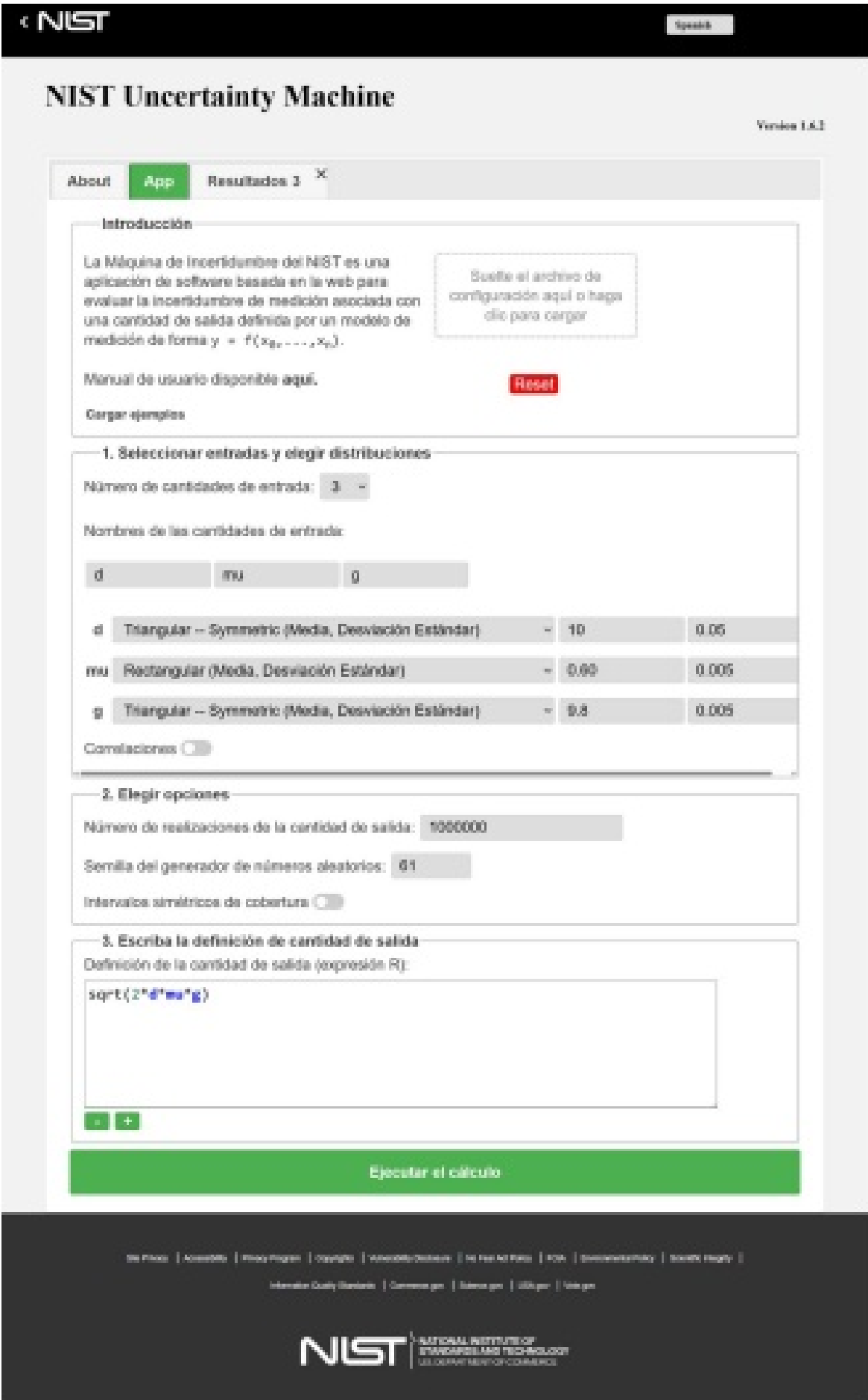


Fig. 1: Captura de pantalla extendida de los datos de entrada registrados en la interface de la NIST Uncertainty Machine para obtener el valor de la incertidumbre asociada y velocidad en función de la distancia de frenado. Imagen del autor.

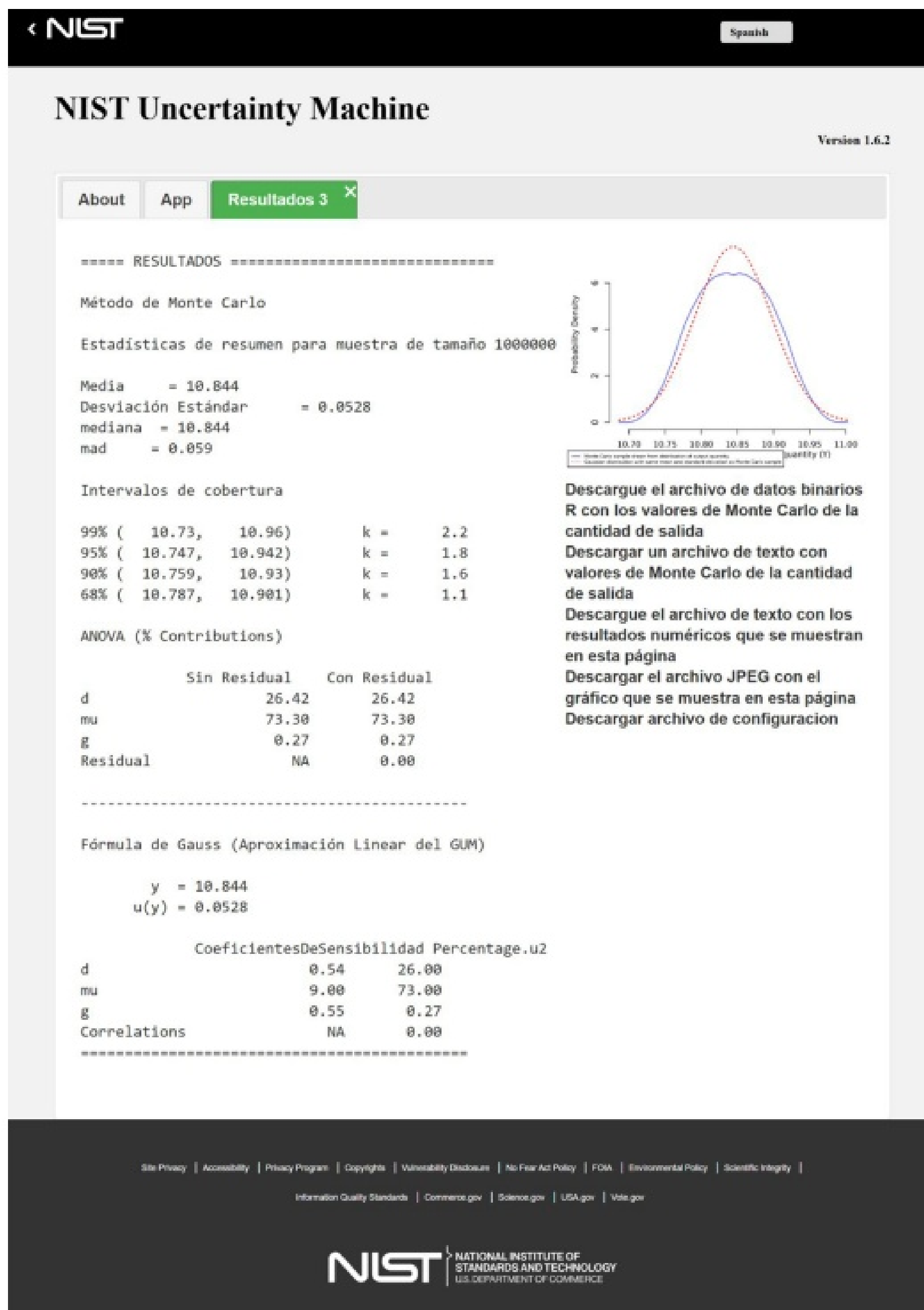


Fig. 2: Captura de pantalla extendida de los resultados en la interface de NIST Uncertainty Machine. Se observa el valor central y mediciones de dispersión además de un gráfico con la distribución de datos simulados y la distribución normal que mejor los ajusta.

Discusión

Es un hecho que el Monte Carlo es una herramienta viable para realizar simulaciones en diversos campos científicos. Su utilización como estimador de la incertidumbre propagada es conocida desde hace tiempo entre las personas expertas. No obstante, está lejos de ser una herramienta popular entre estudiantes de primeros semestres universitarios, en particular en ciencia forense. El perfil de estudiantes y profesionales del quehacer forense es poco conocedor de técnicas para obtener incertidumbre. De hecho, es poco hábil y conocedor en temas de cálculo diferencial y álgebra. Si bien la tecnología de la inteligencia artificial generativa permite hacer cálculos y presentaciones de ecuaciones de modo muy fiable, persiste el problema de que el estudiante desconoce el procedimiento y el origen del dato, pues carece de las bases para comprenderlo, por lo cual de ser sometido a un examen o interrogatorio se corre el riesgo de fallar por falta de conocimientos.

Sin embargo, existe una tendencia clara por aumentar sus habilidades y conocimientos sobre temas de probabilidad y estadística. De modo que las simulaciones Monte Carlo puede ser un herramienta útil para estos perfiles profesionales. De la gran variedad de opciones para calcular la incertidumbre por método Monte Carlo, NIST Uncertainty Machine es una interface que no requiere conocimientos en programación, su interface es cómoda e incluso se encuentra en idioma español,

por lo que se le puede considerar una herramienta viable para estudiantes hispanohablantes que no cuenten con equipos de cómputo de media gama. No obstante, los estudiantes requieren una amplia explicación del concepto de medición y de incertidumbre asociada. Así como el significado de las distribuciones estadísticas. Existe especial confusión en definir algunos tipos de distribución para datos que se encuentran en la literatura. Aquí, se presentaron tres de las ecuaciones que más populares en el medio forense, algunas de ellas pueden sofisticarse más, pero no es el fin de este texto. Si bien el teorema central del límite afirma que la adición de un gran número de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas tenderá a seguir una distribución normal, la constricción por la función puede deformar la distribución como pueden ser las funciones transcendentales (Curiel-Sánchez, 2018). Lo cual es agravado cuando se utilizan otras distribuciones además de la gaussiana.

Los resultados de evaluación de la actividad son congruentes con la literatura, los estudiantes encuentran más fácil de utilizar MC que derivadas, les resulta mejor llenar un cuestionario que programar, los resultados son claros y exhaustivos, son más de lo que necesitan para resolver su problema inmediato (Albert, 2020). Con todo se requieren ajustar los ejemplos y explicaciones para enfatizar más la conveniencia del método. Por otro lado, se requieren estudios con otros perfiles profesionales sobre su aceptación al método,

además de su comprensión al aplicarlo a contextos judiciales. Se desconoce las opiniones y valoraciones que tengan los jueces y abogados sobre estos aspectos técnicos en asuntos forenses.

Conclusión

La incorporación del método Monte Carlo, apoyado en herramientas digitales como la *NIST Uncertainty Machine*, se consolida como una estrategia didáctica eficaz para la enseñanza de la incertidumbre en ciencias forenses, al permitir una aproximación intuitiva y visual que reduce las barreras cognitivas del cálculo diferencial y fortalece la interpretación probabilística de los resultados; esta combinación de simulación y análisis gráfico no solo mejora la comprensión conceptual de los estudiantes, sino que también promueve el desarrollo de competencias críticas para la argumentación científica en contextos judiciales, donde la adecuada valoración de la variabilidad de las mediciones puede incidir de manera decisiva en la toma de decisiones legales. ♡

Agradecimientos

El autor desea agradecer el apoyo del programa CATIC-UNAM-2025 por el financiamiento en equipo de cómputo para realizar esta actividad.

Referencias

Albarracín, L., y Ärlebäck, J. B. (2022). Esquemas de resolución de problemas de Fermi como herramienta de diseño y gestión para el profesor. *Educación matemática*, 34(2), 289-309.

Albert, D. R. (2020). Monte Carlo Uncertainty Propagation with the NIST Uncertainty Machine. *J. Chem. Educ.*, 97(5), 1491-1494.

Antović, A. R., Karadžić, R., y Veselinović, A. M. (2022). Monte Carlo optimization method based QSAR modeling of post-mortem redistribution of structurally diverse drugs. *New Journal of Chemistry*, 46(30), 14731-14737.

Buffalini, C., Bailey, F., y Reed, K. (2022). Student preparation, perceptions, and persistence in a newly accredited undergraduate forensic science program. *The Journal of Forensic Science Education*, 4(2), 7.

Bunge, M. (2004). 13. Medición. En *La investigación científica: su estrategia y su filosofía* (3er ed., pp. 627-678). Siglo XXI.

Curiel-Sánchez, L. (2018). *Simulaciones Montecarlo para análisis de la incertidumbre en mediciones criminalísticas*. UNAM, tesis que para obtener el título de Licenciado en Física.

ENFSI. (2024). *Guideline for Calculating Measurement Uncertainty in Quantitative Forensic Investigations*. <https://doi.org/100>

Escuela Nacional de Ciencias Forenses. (2024). *Proyecto de nuevo plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia Forense*. UNAM. <https://www.enacif.unam.mx/wp-content/uploads/2024/10/Tomo-II-programas-DOCUMENTO-EN-REVISION-301024.pdf>

Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (16 de abril de 2019). *Reglamento de Tránsito de la Ciudad de México.* (73). <https://www.ssc.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Transito/Actualizaciones/Reglamento-de-Transito-CDMX.pdf>

Jcgm, J. C. (2008). *Evaluation of measurement data—Guide to the expression of uncertainty in measurement.* Int. Organ. Stand. Geneva.

Lafarge, T., y Possolo, A. (2015). *NIST Uncertainty Machine—User’s Manual.* National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg.

Langley, N. R., Jantz, L. M., McNulty, S., Maijanen, H., Ousley, S. D., y Jantz, R. L. (2018). Error quantification of osteometric data in forensic anthropology. *Forensic science international* (287), 183-189.

Licenciautura en Ciencia Forense UNAM. (2013). *Plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia Forense Tomos I y II.* UNAM. https://www.enacif.unam.mx/wp-content/uploads/2015/02/PlanEstudiosLCF_UNAM.pdf

Palau, C. G., Cordero, C. S., y Gordo, L. A. (2025). Impacto del entorno de resolución de problemas de Fermi en la complejidad y flexibilidad de las estrategias de maestros en formación. *Contextos educativos: Revista de educación* (35), 139-164.

Pollard, B., Hobbs, R., Henderson, R., Caballero, M. D., y Lewandowski, H. J. (2021). Introductory physics lab instructors’ perspectives on measurement uncertainty. *Physical Review Physics: Education Research*, 17(1), 010133.

Possolo, A., Bruce, S. S., y Watters, R. L. (2021). *Metrological Traceability Frequently Asked Questions and NIST Policy.* US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology.

Radi, H. A., y Rasmussen, J. O. (2024). *Principles of Physics: For Scientists and Engineers* (2ª ed. ed.). Springer Cham.

Remolina-Caviedes, E. E., H., F., J., y Bahena, A. J. (s.f.). Procedimiento para la estimación del coeficiente de fricción neumático-vía. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 12(1), 71-83.

Santimateo, D., Núñez, G., y González, E. (2018). Estudio de dificultades en la enseñanza y aprendizaje en los cursos básicos de programación de computadoras en Panamá. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 6(11), 13-18.

Taylor, J. R. (2022). *An introduction to error analysis: the study of uncertainties in physical measurements* (3er ed.). MIT Press.

Vignal, M., y al., e. (2023). Survey of physics reasoning on uncertainty concepts in experiments: An assessment of measurement uncertainty for introductory physics labs. *Physical Review: Physics Education Research*, 19(2), 020139.

Zhou, Y., y al., e. (2023). Uncertainty analysis of vehicle-pedestrian accident reconstruction based on unscented transformation. *Forensic science international* (342), 111505.

Innovación en el aula con Inteligencia Artificial

Autores:

López Pérez, Myriam
Villegas Velasco, Rafael
Sosa Caballero, Mirelle del Carmen
Peralta Mazagiero, Enrique Roberto

ORCID: 0009-0002-4010-128X
ORCID: 0009-0001-7889-621X
ORCID: 0009-0002-8896-3890
ORCID: 0000-0001-9197-879X

RESUMEN: *El presente estudio explora la implementación de un chatbot educativo con inteligencia artificial como herramienta de apoyo en la enseñanza de la asignatura de Estadística. Dirigido a estudiantes del tercer cuatrimestre de la carrera de Desarrollo de Negocios, área Mercadotecnia en la Universidad Tecnológica de Cancún, el estudio se centra en tres dimensiones: diagnóstico del aprendizaje, evaluación del chatbot, y actitudes hacia la inteligencia artificial. La metodología consistió en la elaboración del chatbot con inteligencia artificial generativa de ChatGpt, y un continuo seguimiento del uso que los estudiantes le dieron, mediante el cual se pudo constatar que la interacción con dicha herramienta se fue dando de manera progresiva y gradual durante todo el cuatrimestre. También se aplicó un instrumento al finalizar el curso, y entrevistas a los estudiantes de manera individual y grupal. Los resultados evidencian una percepción positiva de la herramienta, con una relación débil pero positiva entre su uso y la realización de ejercicios, y una alta valoración del chatbot como apoyo complementario al aprendizaje.*

PALABRAS CLAVE: *enfoque pedagógico, enfoque tecnológico, innovación, inteligencia artificial*

ABSTRACT: *This study explores the implementation of an educational chatbot with artificial intelligence as a support tool for teaching the subject of Statistics. Aimed at third-semester students of the Business Development program, specializing in Marketing, at the Technological University of Cancún, the study focuses on three dimensions: learning assessment, chatbot evaluation, and attitudes toward artificial intelligence. The methodology consisted of developing the chatbot using ChatGpt's generative artificial intelligence and continuously monitoring student use. This monitoring confirmed that interaction with the tool occurred progressively and gradually throughout the semester. An instrument was also administered at the end of the course, along with individual and group interviews with students. The results show a positive perception of the tool, with a weak but positive correlation between its use and the completion of exercises, and a high appreciation of the chatbot as a complementary learning aid.*

KEYWORDS: *artificial intelligence, innovation, pedagogical approach, technological approach*

Introducción

El avance de la inteligencia artificial (IA) ha abierto nuevas posibilidades en el ámbito educativo, especialmente a través de herramientas como los chatbots, que permiten acompañar al estudiante durante su proceso formativo mediante interacciones automatizadas, accesibles y personalizadas (Holstein & Doroudi, 2021). En este contexto, se desarrolló un chatbot específico para la asignatura de Estadística, con el objetivo de ofrecer apoyo a estudiantes del tercer cuatrimestre de la Licenciatura en Desarrollo de Negocios, área Mercadotecnia. Este estudio tiene como propósito evaluar el impacto de dicha herramienta en el proceso de aprendizaje, así como explorar las actitudes del estudiantado hacia el uso de IA en la educación superior. Dado este propósito, se contempló el análisis desde tres perspectivas o enfoques diferentes, pedagógico, tecnológico e innovativo. Estas tres dimensiones en combinación representan en buena medida, los principales elementos, más no los únicos, que conforman una educación pertinente a los cambios vertiginosos en el actual entorno globalizado.

Enfoque pedagógico: aprendizaje mediado por tecnologías emergentes

En las últimas décadas, el paradigma educativo ha transitado hacia un enfoque centrado en el estudiante, donde la construcción activa del conocimiento y el aprendizaje autónomo

son elementos fundamentales (Pozo, 2006). Por lo que se puede suponer, la integración de tecnologías digitales, como los chatbots, adquiere relevancia al ofrecer nuevas formas de interacción y acompañamiento en el proceso formativo.

Desde una perspectiva constructivista, los entornos mediados por tecnología favorecen el aprendizaje significativo cuando promueven la resolución de problemas, el análisis crítico y la autorregulación (Jonassen, 1999). El uso de chatbots diseñados específicamente para el ámbito educativo puede considerarse un ejemplo de “tutor inteligente”, que brinda retroalimentación inmediata, orientación personalizada y recursos complementarios adaptados al ritmo y estilo del estudiante (Luckin et al., 2016).

Desde una perspectiva enfocada en la mediación tecnológica, García Aretio (2014) argumenta que los entornos digitales habilitan nuevas formas de acompañamiento continuo, incluyendo tutorías y herramientas interactivas que pueden ser especialmente relevantes en asignaturas con mayor complejidad cognitiva. El docente, en este nuevo ecosistema, se posiciona como diseñador de entornos de aprendizaje más que como emisor de contenidos. Las habilidades docentes incluyen definitivamente el dominio de diversas herramientas tecnológicas que permitan alcanzar el conocimiento significativo por parte del estudiantado. De entre las principales guías en cuanto al uso de

la IA en educación, se encuentran las emitidas por la UNESCO como lo son la Guía para el uso de la IA generativa en educación e investigación, así como las Recomendaciones sobre la ética de la Inteligencia Artificial publicadas en 2021 y el Consenso de Beijing sobre la Inteligencia Artificial y la educación de 2010. Estas guías plasman la necesidad de la integración de la IA en las habilidades tanto de estudiantes como de docentes, de manera ética y responsable (UNESCO, 2023).

Enfoque tecnológico: inteligencia artificial y sistemas conversacionales en educación

“La inteligencia artificial (IA) ha penetrado diversos sectores, y su aplicación en la educación ha dado lugar a un campo emergente conocido como ‘AI in Education’ (AIED). Esta área busca mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante sistemas adaptativos, agentes inteligentes, análisis predictivo del rendimiento y asistentes virtuales” (Holmes, Bialik y Fadel, 2019). Los chatbots son una de las expresiones más accesibles de la IA en la educación. Se trata de programas capaces de mantener una conversación simulada con un usuario humano, ya sea mediante texto o voz. Su implementación permite crear experiencias de aprendizaje más interactivas y personalizadas, facilitando la resolución de dudas, el repaso de contenidos y el desarrollo de habilidades metacognitivas (Rosales et al., 2017).

La percepción estudiantil respecto al uso de estas tecnologías es clave para su adopción. Estudios recientes muestran que los estudiantes valoran positivamente la inmediatez, disponibilidad y neutralidad emocional de los chatbots, aunque también se reconocen limitaciones como la profundidad en las explicaciones o la falta de empatía humana (Wollny et al., 2021). El reto pedagógico, por tanto, no es reemplazar al docente, sino enriquecer el entorno de aprendizaje mediante herramientas que acompañen de forma significativa.

Enfoque de innovación educativa en carreras de negocios

En las carreras del ámbito económico-administrativo, como Mercadotecnia o Desarrollo de Negocios, la innovación educativa cobra una importancia estratégica, no solo para mejorar la calidad del aprendizaje, sino también para desarrollar competencias alineadas con las demandas del entorno profesional contemporáneo (Salinas, 2008).

En asignaturas consideradas abstractas o cognitivamente exigentes, como la estadística en carreras de negocios, ciertas investigaciones sobre IA educativa resaltan que herramientas digitales como los chatbots pueden contribuir a motivar al alumnado y facilitar su aprendizaje activo mediante interacciones guiadas y personalizadas (Kroff et al., 2024). Además, el uso de estas tecnologías contribuye a la alfabetización digital y al desarrollo de compe-

tencias para el análisis de datos, fundamentales en el marketing moderno y la toma de decisiones basada en evidencia. Esta convergencia entre tecnología, educación y formación profesional coloca a la IA como una aliada natural en la transformación de la enseñanza en programas de negocios (Luckin et al., 2016).

El Nuevo Modelo Educativo (NME) de las Universidades del Subsistema Tecnológico (UST), como la Universidad Tecnológica de Cancún, se fundamenta en un enfoque centrado en el desarrollo de competencias profesionales a través de procesos de enseñanza-aprendizaje situados, significativos y prácticos (CGUTyP, 2023). En este marco, la incorporación de tecnologías emergentes como los chatbots de inteligencia artificial (IA) representa una herramienta didáctica innovadora.

Los chatbots pueden fungir como mediadores en el aula invertida, aprendizaje basado en problemas, proyectos o retos, simulando situaciones reales o prácticas profesionales (Kroff et al., 2024). Esto permite desarrollar habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas, toma de decisiones y gestión de información, en sintonía con la metodología situada del NME. Así mismo fomentan en estudiantes y docentes el uso crítico y creativo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), una competencia transversal clave en el modelo educativo de la UT Cancún. A su vez, impulsa una cultura de innovación educativa

que contribuye a la mejora continua institucional y profesional.

Más allá del propósito ya señalado, el objetivo fundamental del presente estudio es indagar la percepción de los estudiantes sobre la incorporación de la inteligencia artificial a través de los chatbots, para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje.

Metodología

Se empleó un enfoque mixto de investigación, con un diseño cuantitativo-cualitativo de tipo exploratorio-descriptivo, con el objetivo de analizar el impacto del uso de un chatbot basado en inteligencia artificial como herramienta de apoyo en el aprendizaje de la asignatura de estadística en estudiantes de nivel superior. La investigación se desarrolló durante un periodo académico completo (un cuatrimestre), y se centró en la implementación, uso y evaluación de un chatbot educativo personalizado, diseñado específicamente para resolver dudas conceptuales y procedimentales relacionadas con los contenidos del curso de estadística. Se contó con la participación voluntaria de estudiantes de 4 grupos de estudiantes inscritos en el tercer cuatrimestre de la carrera de Desarrollo de Negocios, área Mercadotecnia, en la Universidad Tecnológica de Cancún. Se trabajó con una muestra no probabilística de tipo intencional, de 91 estudiantes, 45 hombres y 46 mujeres.

Resultados

Diagnóstico del aprendizaje tradicional vs con chatbot

Se evalúa cómo percibieron los estudiantes la comprensión de la materia con y sin el chatbot, además de observar el nivel de uso del libro de texto y la cantidad de ejercicios realizados.

El siguiente es un resumen que muestra la distribución de respuestas de los estudiantes en tres dimensiones clave: nivel de comprensión de la materia, uso del libro como método de estudio y porcentaje de ejercicios realizados durante el curso.

Tabla 1: Distribución de respuestas en tres dimensiones: nivel de comprensión, uso del libro y ejercicios realizados.

¿Cómo consideras tu nivel de comprensión de la materia de Estadística al finalizar el curso?		¿Leiste el libro como método de estudio?		¿Aproximadamente cuántos ejercicios realizaste durante el curso?	
Comprendi el 80% de los temas	30	Algunos de los capítulos abordados en clase 67	67	100%	25
Comprendi la mitad, 50%	29	Nunca lo lei	11	20%	15
Comprendi todos los temas	6	Todos los capítulos abordados en clase 13	13	50%	51
Me quedo con un 20%, sé que es la media, los gráficos y las tablas	26				
Total	91		91		91

La mayoría de los estudiantes indicó que comprendió aproximadamente el 80% de los temas, lo que sugiere una percepción positiva del aprendizaje. Respecto al libro, la mayoría leyó solo algunos capítulos, lo que puede sugerir que el chatbot actuó como una fuente alternativa de apoyo. En cuanto a ejercicios un grupo importante realizó el 50% de los ejercicios, otro porcentaje relevante llegó a realizar el 100%, lo cual podría correlacionarse con un mayor uso del chatbot.

Evaluación de la experiencia con el chatbot

En cuanto a la frecuencia de uso del chatbot, 23 estudiantes señalaron que lo usaron frecuentemente, lo cual indica una alta aceptación y recurrencia en su uso.

De la utilidad percibida 31 estudiantes calificaron al chatbot como “muy útil”, lo cual, valida su funcionalidad como herramienta de apoyo en el aprendizaje, una pequeña proporción (4) lo consideró “nada útil”, y 3 dijeron que no lo usaron.

Uso en la solución de dudas y de ejercicios.

En la resolución de dudas lo más relevante es que solo 11 estudiantes indicaron que el chatbot no resolvió sus dudas. Esto puede relacionarse con limitaciones en el diseño de las respuestas, profundidad del contenido o expectativas muy altas.

En el uso del chatbot para resolver ejercicios 9 estudiantes declararon que no lo usaron para resolver ejercicios de cálculo. Esto podría deberse a que no identificaron esa funcionalidad, preferían resolver con apoyo humano, o no lo consideraron eficaz para este fin.

Existe una percepción mayoritariamente positiva respecto al chatbot como herramienta educativa. Su frecuencia de uso y utilidad percibida son altas. No obstante, hay áreas de mejora, especialmente en lo relativo a su capacidad para resolver dudas específicas y su aplicación en ejercicios prácticos.

Actitudes hacia la IA como herramienta educativa

Este bloque es crucial para entender las creencias y disposición de los estudiantes hacia el uso de inteligencia artificial en su proceso de formación. Treinta y tres estudiantes opinan que la IA sí puede sustituir al docente en cualquier materia, lo que refleja una visión altamente tecnofílica, aunque podría también deberse a una percepción limitada del papel pedagógico del

profesorado. Treinta y dos estudiantes plantean una postura más equilibrada, afirmando que en materias teóricas sí, pero no en numéricas, lo cual tiene mucho sentido al tratarse de una asignatura como estadística. Y 26 estudiantes sostienen que la IA no puede sustituir al docente, lo que evidencia una valoración sólida del papel humano en el proceso educativo. En conjunto, estos datos muestran una diversidad de posturas, aunque con fuerte apertura al uso de la IA. En la pregunta sobre si es la primera vez que usan una herramienta de IA personalizada para aprender, 71 estudiantes dijeron que sí, lo que sugiere que este chatbot fue su primer acercamiento directo a una herramienta de IA aplicada específicamente a su aprendizaje. Esto le da un valor innovador al estudio. En cuanto a si consideran que lo aprendido en estadística será útil en su vida, 72 estudiantes respondieron sí, lo cual es un excelente indicador del valor percibido de la asignatura, independientemente del método, sólo 19 estudiantes opinan lo contrario, lo que puede representar un área de oportunidad para reforzar la conexión de la estadística con casos reales y contextos aplicados al marketing y los negocios.

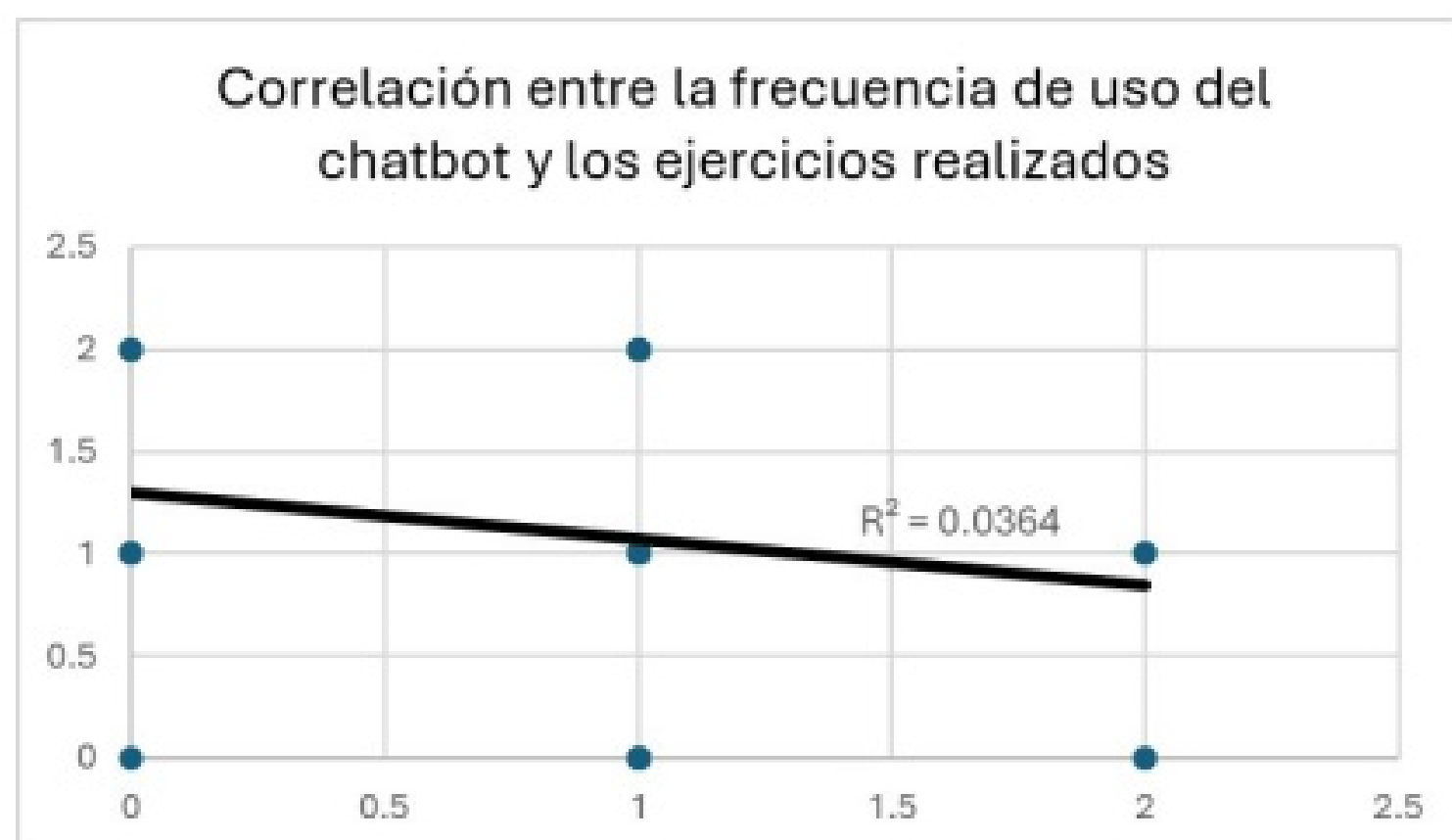
Los estudiantes muestran una actitud abierta hacia el uso de la IA en educación, e incluso una disposición significativa a considerar que estas herramientas pueden suplir parcialmente al docente. La mayoría reconoce el valor del curso de estadística en su formación, y para muchos esta experiencia representó su

primer contacto con una IA personalizada, lo que hace de este estudio una experiencia pionera en su contexto.

Análisis de correlación entre la frecuencia de uso del chatbot y la cantidad de ejercicios realizados

El coeficiente de correlación de Pearson obtenido ($r = -0.1907$) entre la frecuencia de uso del chatbot y la cantidad de ejercicios realizados durante el curso indica una relación inversa muy débil. Esto sugiere que el uso del chatbot, en este caso particular, no está directamente asociado con una mayor práctica por parte del estudiantado.

La débil correlación observada puede deberse a múltiples factores contextuales, entre ellos el tipo de interacción promovido por la herramienta, las estrategias de estudio individuales o la finalidad con la que se utilizó la inteligencia artificial en el entorno educativo. A continuación, el diagrama de dispersión que muestra el resultado de la correlación entre estos dos aspectos:



Desde la dimensión tecnológica, el chatbot fue valorado como una herramienta “muy útil” por la mayoría de los estudiantes, quienes lo utilizaron con frecuencia, sobre todo

Fig. 1: Correlación entre la frecuencia de uso del chatbot y los ejercicios realizados.

Conclusiones

El presente estudio exploró el impacto del uso de un chatbot con inteligencia artificial como recurso didáctico en la enseñanza de la asignatura de Estadística en estudiantes de tercer cuatrimestre de la carrera de Desarrollo de Negocios, área Mercadotecnia. El análisis se estructuró en tres bloques: diagnóstico del aprendizaje, evaluación del chatbot como herramienta de apoyo, y actitudes hacia la inteligencia artificial en el entorno educativo.

Desde la perspectiva pedagógica, los resultados muestran que una mayoría significativa de estudiantes percibió haber comprendido aproximadamente el 80% de los temas abordados en la asignatura. Esta percepción es especialmente relevante dado que la estadística suele representar un desafío cognitivo para estudiantes de áreas no cuantitativas. La incorporación del chatbot se consolidó como una alternativa válida y efectiva para reforzar el aprendizaje y fomentar la autonomía académica.

para resolver dudas y ejercicios. Sin embargo, algunos usuarios reportaron que no les resolvía completamente sus inquietudes, lo cual sugiere la necesidad de mejorar la cobertura temática y la claridad de las respuestas.

Finalmente, bajo el enfoque de innovación educativa en programas de negocios, se destaca que para el 90% de los estudiantes esta fue su primera experiencia con una herramienta de IA personalizada, y que la mayoría consideró útil lo aprendido en el curso para su vida personal y profesional. Las actitudes hacia la IA fueron en su mayoría favorables, aunque divididas en cuanto a su potencial para sustituir al docente, lo que abre un interesante campo de reflexión sobre el rol del profesorado en la era de la automatización educativa.

El análisis correlacional evidenció una relación negativa débil entre la frecuencia de uso del chatbot y la realización de ejercicios, lo cual sugiere que su uso frecuente puede no tener un efecto sobre la práctica de resolución de ejercicios por parte del estudiantado.

Los resultados apuntan a una valoración favorable del uso de IA como práctica de innovación en el aula, reflejada en puntuaciones medias de los índices en el rango moderado a alto.

Desde la innovación docente, estos hallazgos sugieren priorizar: (1) secuencias didácticas que integren la IA en tareas de resolución de problemas y retroalimentación formativa; (2) anda-

miaje de prompting (guías, ejemplos y rúbricas) para mejorar la calidad de las interacciones con el chatbot; (3) estrategias de orquestación del docente (criterios de uso, tiempos, alineación con resultados de aprendizaje) y (4) lineamientos de uso responsable (datos, sesgos, atribución) con transparencia hacia el estudiantado.

De manera general, se percibe que los estudiantes reciben con agrado a inclusión de este tipo de tecnología como herramienta para mejorar su aprendizaje, por lo que se recomienda integrarla de manera paulatina y bajo las siguientes discreciones:

Incluir más ejemplos contextualizados, especialmente en la resolución de ejercicios, así como funcionalidades de autoevaluación y retroalimentación inmediata.

Capacitar al chatbot para responder con mayor profundidad conceptual en temas clave.

Combinar tecnologías educativas, usando el chatbot como complemento y no como sustituto de recursos tradicionales como libros o clases presenciales.

Diseñar rutas de aprendizaje personalizadas que integren el uso del chatbot con material teórico y práctico.

Fomentar la alfabetización digital crítica incluyendo espacios de reflexión en clase sobre los límites éticos, operativos y pedagógicos de la IA.

Promover el pensamiento crítico sobre cuándo y cómo usar herramientas digitales para el aprendizaje.

Extender la iniciativa a otras asignaturas replicando este modelo en materias con alta carga de análisis o resolución de problemas (como matemáticas financieras, investigación de mercados, etc.).

Evaluar la adaptación del chatbot a distintos perfiles estudiantiles y niveles académicos.

Realizar estudios de seguimiento que analicen el impacto del uso continuado del chatbot sobre el rendimiento académico y la retención de conocimientos.

Para la siguiente fase del estudio se recomienda: (a) consolidar escalas y realizar análisis factorial confirmatorio (CFA) para validar constructos; (b) estimar fiabilidad ordinal y comparar con α ; (c) aplicar diseños pre-post o cuasi-experimentales vinculando los índices con indicadores de desempeño; (d) explorar modelos de ecuaciones estructurales (SEM) que relacionen utilidad percibida, facilidad, actitud e intención con resultados académicos; y (e) extender análisis por subgrupos (género, experiencia previa con IA, estilos de aprendizaje) garantizando equidad y no discriminación.

Como consideraciones éticas y de política institucional, se sugiere alinear el pilotaje con orientaciones internacionales sobre IA en educación, fortalecer la formación docente en

evaluación auténtica y promover criterios de calidad y seguridad en el uso de herramientas generativas. ¶

Referencias

Anchapaxi-Díaz, C. L., Pinenla-Palaguaray, Y. M., Caiza-Olapincha, S. P., Parra-Taboada, I. A., Abad-Guamán, M. A., & Viñamagua-Arias, B. V. (2024). *Uso de chatbots educativos y su impacto en el aprendizaje autónomo en bachillerato*. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4, Ed. Esp.), 200–214. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.16>

Chenet Zuta, M. E., Núñez Cosinga, M. E., & Espinosa Jaramillo, M. T. (2025). Chatbots educativos: Integración de la inteligencia artificial en la formación técnica y tecnológica para mejorar el aprendizaje de programación. *Revista Publicando*, 12, 1–10. <https://doi.org/10.51528/rp.vol12.id2481>

Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (CGUTyP). (2023). *Nuevo modelo educativo en las universidades del subsistema tecnológico*. Secretaría de Educación Pública. <https://utcorregidora.edu.mx/wp-content/uploads/2024/10/Nuevo-Modelo-Educativo.pdf>

El uso de chatbots y asistentes virtuales en la educación: Revisión de su impacto en la enseñanza y la evaluación del aprendizaje. (2025). Neosapiencia. *Revista Especializada en Ciencias de la Educación*, 3(1), 153–164. <https://doi.org/10.64018/neosapiencia.v3i1.29>

García Aretio, L. (2014). *Bases, mediaciones y futuro de la educación a distancia en la sociedad digital*. Madrid: Síntesis.

- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019).** *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education-Promises-and-Implications_June2019.pdf
- Holstein, K., & Doroudi, S. (2021).** *Equity and artificial intelligence in education: Will “AIEd” amplify or alleviate inequities?*
- Jonassen, D. H. (1999).** Designing constructivist learning environments. En C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (2ª ed., pp. 217–239). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kroff, F. J., Coria, D. F., & Ferrada, C. A. (2024).** *Inteligencia artificial en la educación universitaria: Innovaciones, desafíos y oportunidades*. [Revisión académica en proceso de publicación].
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016).** *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. London: Pearson. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/>
- Pozo Municio, J. I. (2008).** *Aprendices y maestros: La psicología cognitiva del aprendizaje* (2ª ed.). Madrid: Alianza Editorial.
- Rosales, R., Castañón-Puga, M., Lara-Rosano, F., Evans, R. D., Osuna-Millán, N., & Flores-Ortiz, M. V. (2017).** *Modelling the interruption on HCI using BDI agents with the fuzzy perceptions approach: An interactive museum case study in Mexico*. *Applied Sciences*, 7(8), 832. <https://doi.org/10.3390/app7080832>
- Salinas Ibáñez, J. M. (Coord.). (2008).** *Innovación educativa y uso de las TIC*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía. <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2524/innovacioneduc2008.pdf>
- UNESCO. (2023).** *Generative AI and the future of education* (Documento del Programa ED/ADG/2023/02). <https://doi.org/10.54675/HOXG8740>
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, R., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021).** Chatbots in education: A systematic literature review on application domains and research trends. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, Article 654924. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>

Creación de entornos virtuales de Actualización Docente (EVAD)

En el Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México (CAMCM) utilizando las herramientas digitales de Google for Education

Autores:

Molina Mendoza, Elizabeth Haydeé
Zapata Uribe, Leticia
Salín Pascual, Benjamín Pascual
Sánchez García, Lizbeth Marilynd

ORCID: 0009-0005-9109-013X
ORCID: 0009-0004-0322-1551
ORCID: 0009-0003-3000-3405
ORCID: 0009-0003-9008-1720

RESUMEN: Esta ponencia parte de la detección de necesidades que se realizó a través de un cuestionario a 100 docentes de educación básica, los cuales asistieron a cursar alguna de las ofertas académicas en el CAMCM, durante el ciclo escolar 2024-2025. En dicha encuesta se les preguntó qué herramientas digitales utilizan en su práctica, si conocen lo que son los EVAD y el Google for Education y cómo se refleja su uso en la planeación, en las estrategias, en la elaboración de recursos educativos e instrumentos de evaluación. Para que partiendo de los resultados obtenidos y en conjunto con la reforma educativa de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), se cree en el CAMCM un EVAD donde desarrollen nuevos escenarios de enseñanza y aprendizaje, con nuevas propuestas que permitirán motivar e involucrar al estudiante en ambientes significativos que lo conecten con la escuela, su realidad y el conocimiento que requiere. Lo anterior mediante una propuesta de actualización apoyada con las herramientas: Gemini, Notebooklm y Brisk Teaching, las cuales forman parte de la Suite de Google for Education. en la que su implementación favorecerá una formación continua de calidad, que cuente con la elasticidad que requiere el profesional de la educación para innovar y lograr una educación de excelencia, en comunidades de aprendizaje entre pares, lo que beneficiará a sus estudiantes.

PALABRAS CLAVE: docente de educación básica, innovación educativa, Nueva Escuela Mexicana, formación continua, EVAD, Google for education

ABSTRACT: This study presents the design and proposal of Virtual Environments for Teacher Updating (EVAD) at the Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México (CAMCM), integrating digital tools from Google for Education. The research is grounded in a diagnostic survey applied to 100 basic education teachers during the 2024–2025 academic cycle, aiming to identify their use of digital tools, familiarity with EVAD, and professional development needs. A mixed-methods descriptive approach was employed, combining quantitative and qualitative data to analyze teachers' digital competencies and training demands. Findings reveal that although most teachers are aware of digital tools and educational reforms such as the Nueva Escuela Mexicana (NEM), their practical application remains limited, highlighting a significant need for continuous professional development. Additionally, a high level of interest in participating in virtual learning environments was identified, despite limited prior experience with EVAD. In response, this study proposes the implementation of an EVAD model supported by tools such as Gemini, NotebookLM, and Brisk Teaching, aiming to foster innovative teaching practices, collaborative learning communities, and flexible, context-responsive professional development. The proposal aligns with current educational demands, promoting the integration of digital technologies to enhance teaching quality and support meaningful student learning.

KEYWORDS: Basic education teacher, educational innovation, New Mexican School, continuing education, EVAD, Google for Education.

Introducción

Al incluir este trabajo en la línea temática de formación docente y modelos innovadores de enseñanza, se atiende a la idea de que uno de los retos que se tienen en este ámbito, es el disminuir la resistencia al cambio, la cual es justificada por diversas razones, cada una de ellas válida para cada docente, sin embargo es necesario crear conciencia que en esta era se requiere desaprender lo aprendido para volver a aprender, y eso solamente se logrará cuando se está dispuesto a ello, resolviendo todos los obstáculos que se presentan en el camino y tomando conciencia de la necesidad de una actualización permanente.

Para conocer más sobre lo que emplea el docente de educación básica en su práctica, se aplicó un cuestionario diagnóstico a una muestra de 100 docentes que permitió identificar qué herramientas digitales utilizan, si conocen qué son los EVAD, las herramientas de *Google for Education* y las temáticas que requieren para su formación continua.

El docente de educación básica¹ es un profesional que más allá de transmitir conocimientos, actúa como guía, facilitador y mediador, fomentando el pensamiento crítico, la inclusión y la autonomía; atendiendo, de acuerdo con su formación inicial, los niveles de preescolar, primaria y/o secundaria

y de acuerdo con el plan de estudios 2022 (Secretaría de Educación Pública, 2022, p. 10), los docentes son agentes fundamentales del proceso educativo y de transformación social, como lo establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por lo que debe asumir el rol que le corresponde ante este nuevo reto y analizar reflexivamente las estrategias para aprovechar estas nuevas herramientas que ya utilizan sus estudiantes. Acorde con la visión que promueve la NEM requiere formar ciudadanos críticos, éticos, solidarios y conscientes de su entorno, empezando por él mismo y utilizando las Tecnologías de la Información, Comunicación, Conocimiento y Aprendizaje Digitales (TICCAD) pueden convertirse en una aliada poderosa, con sentido ético, pedagógico y crítico.

Es necesario impulsar la innovación educativa, en la cual de acuerdo con Salinas (2004, p. 3), se debe buscar la implementación de estrategias, métodos, recursos y el uso de la tecnología para que logren una real transformación, dando respuesta a las necesidades de los estudiantes, generando cambios en la cultura escolar, las formas de enseñanza y los modelos de gestión educativa.

Hoy nuevamente el docente se ve rebasado por el estudiante que usa las herramientas digitales para copiar y pegar

1 En el caso de México, la **Ley General de Educación** establece que la educación básica es obligatoria y comprende los niveles de preescolar, primaria y secundaria, con el propósito de favorecer el desarrollo de competencias y valores que permitan al estudiante desenvolverse en la sociedad (DOF, 2019, p. 5).

tareas, por lo que el maestro requiere una formación continua que lo apoye a fortalecer sus habilidades digitales y le permita aprender a aprender una gama de posibilidades de trabajo colaborativo junto con sus estudiantes.

De acuerdo con Imbernón (2024, p. 217), "...un posible acercamiento al concepto de desarrollo del profesorado puede ser el de mejora para su innovación y mejora de la práctica educativa, para generar nuevas creencias y formas de ser y conocimientos profesionales de forma individual, profesional y como miembro de un colectivo, con el propósito de aumentar la calidad docente".

Reconociendo que la mayoría de los docentes de educación básica que actualmente laboran en las aulas, no tuvo dentro de su formación inicial el uso de las herramientas digitales y que esto le resulta algo nuevo, debe tener conciencia que requiere actualizarse en estas nuevas tecnologías, lo que pone en relieve otras cuestiones a tomar en cuenta dentro de este proceso: como la pedagogía, las estructuras organizativas, el acceso, la ética, la equidad y la sostenibilidad, considerando que para enseñar algo primero hay que conocerlo y para ello se deben diseñar las ofertas académicas que no se limiten a su implementación en el aula, sino también a actualizar sus prácticas y contenidos para que sean acordes a esta nueva realidad.

La formación continua debe ser un compromiso propio por parte del profesional de la educación que busca no solamente su superación personal, sino también la del colectivo al que pertenece, para alcanzar la educación de calidad como motor transformador de cambios.

Por lo que es importante construir un EVAD, como un espacio digital diseñado para la formación continua en la que el docente también socialice su experiencia y conocimiento con sus pares, con la flexibilidad que se ajuste a sus necesidades y favorezca el trabajo colaborativo y en comunidad favoreciendo su actualización (Salinas, 2012, pp. 3-13).

Los EVAD son espacios diseñados para facilitar la interacción, el acceso a recursos didácticos y la gestión de actividades formativas de manera flexible y autónoma. Según Salinas (2004, p.8), potencian la participación del docente como sujeto que construye conocimiento, se comunica con sus pares y reflexiona sobre su práctica. Estos espacios favorecen el aprendizaje ubicuo, al permitir que los procesos formativos se desarrollen en cualquier momento y lugar, superando las barreras geográficas y temporales que históricamente han limitado la actualización profesional.

Estos entornos constituyen una propuesta para la formación continua mediada por tecnologías digitales que ha transformado las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, especialmente en

el ámbito de la formación continua del profesorado. Definiéndose como plataformas digitales a aquellas diseñadas para facilitar la gestión, distribución, interacción y evaluación de contenidos educativos, a través de herramientas tecnológicas que permiten la comunicación asincrónica y sincrónica entre docentes y estudiantes (García-Valcárcel & Basilotta, 2017).

Dentro de estos EVAD se propondrá el uso de herramientas digitales como *Gemini*, *NotebookLM* y *Brisk Teaching* que son parte del *Google for Education*, por considerar la familiaridad que ya se tiene con *Classroom*, *Meet*, *Gmail*, *Google Drive*, etc., las cuales son parte de esta suite.

Google for Education es una plataforma de herramientas y servicios de *Google* diseñados para el ámbito educativo, desde la educación básica hasta la universidad. Su objetivo es facilitar la enseñanza, el aprendizaje y la colaboración, tanto dentro como fuera del aula. Funciona como un conjunto de aplicaciones integradas que se adaptan a las necesidades de profesores y estudiantes.

En estos momentos de cambios profundos en el campo educativo, las propuestas que se realicen para apoyar al docente deben conjuntarse con la realidad del sistema educativo, por lo que este trabajo además de sugerir la construcción de un EVAD, en el CAMCM, busca incluir una oferta académica que responda a las temáticas que los docentes proponen para

fortalecer sus habilidades mediante la formación continua.

Propósito

Construir un EVAD para los docentes de educación básica en el que se incluya el uso de las herramientas de *Google for Education*: *Gemini*, *NotebookLM* y *Brisk Teaching*, para fortalecer sus habilidades mediante la formación continua.

Metodología

Para este trabajo se desarrolló una investigación descriptiva, mediante un cuestionario a 100 docentes de educación básica, seleccionados de manera aleatoria, que participaron durante el ciclo escolar 2024-2025 en alguna de las ofertas académicas del CAMCM. En este instrumento se buscó conocer qué herramientas digitales utilizan en su práctica, si conocen lo que son los EVAD, *Google for Education* y las temáticas que requieren para fortalecer sus habilidades. El enfoque que se utilizó para esta investigación fue el mixto, en el que se emplearon criterios de evaluación de tipo cuantitativo y cualitativo, donde se utilizaron las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales (Sánchez, 2013, p. 45).

En el cuestionario se incluyeron 85% preguntas cerradas y 15% de preguntas abiertas en las que el participante podía, mediante la narrativa, describir las

experiencias docentes sobre el uso de herramientas digitales de *Google for Education*, los EVAD y sus requerimientos sobre las temáticas en las que necesitan fortalecerse. Para la creación de este instrumento, se consideró la concepción que refiere Sierra (1995). Dicho instrumento, contó con 31 preguntas, divididas en 6 categorías de análisis. Las categorías de análisis fueron las siguientes:

- I. Datos Personales
- II. Equipamiento
- III. Nueva Escuela Mexicana (NEM)
- IV. Formación continua
- V. *Google for Education*
- VI. EVAD

Para la categoría de Datos Personales, se consideraron las primeras cinco preguntas solicitando respuesta a datos como: nivel educativo en el que labora, años de experiencia docente, tipo de escuela donde labora, sexo y edad. dichos datos nos permitieron caracterizar a los usuarios de la oferta académica que se imparte en el CAMCM.

Dentro de la categoría de equipamiento, se presentó una lista de recursos que determinaba el equipo con que cuenta el docente en la escuela, lo cual permitió establecer el equipamiento digital con que cuenta el profesor de educación

básica en el aula y posibilitar su conocimiento y uso de ellos.

Con relación a la categoría de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), se plantearon 5 preguntas cerradas con respecto a su conocimiento de este planteamiento curricular y el uso de las herramientas digitales en los ejes articuladores como en los principios que orientan este modelo educativo.

Con respecto a la categoría de Formación Continua, con 5 preguntas cerradas y 1 abierta se plantearon algunas propuestas de necesidades de actualización para la formación continua de los participantes con respecto al desarrollo de sus habilidades digitales y el uso didáctico de las herramientas digitales en docentes de educación básica.

En la categoría de *Google for Education*, con tres preguntas se planteó el conocimiento que tienen sobre esta suite, que herramientas digitales emplean y cómo las utilizan.

En la VI categoría que trata de los EVAD, se hicieron tres preguntas, en el que se busca saber si los conocen, si los conocen en cuales han participado, si no te gustaría conocerlos y participar en ellos como parte de una comunidad que aprende y qué expectativas tendrías para poder participar en el.

Resultados

El cuestionario aplicado, se envió por medio de un enlace a los participantes vía correo electrónico, explicando a los mismos la importancia de conocer la información que se presentó en el instrumento.

De la aplicación de la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

En la categoría de datos generales la mayor parte de los participantes fueron mujeres con un 70% y hombres 30%, el nivel educativo que tuvo mayor participación fue primaria con un 45%, secundaria 35% y preescolar 20%.

En la categoría de equipamiento el 90% de las escuelas ya cuenta con computadoras e internet.

En la categoría de NEM, el 95% de los participantes conocen los ejes articuladores y los campos formativos, así como la planeación sintética y la analítica y el 5% restante todavía tiene dificultades para comprenderla.

En la categoría de formación continua los participantes sugirieron las temáticas que requieren para fortalecer sus habilidades, ver tabla 1.

Tabla 1: Qué temáticas le gustaría que se abordarán en la oferta académica del CAMCM.

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
Uso de plataformas digitales	Adecuaciones pedagógicas para niños con condiciones o trastornos (autismo, tdh, etc)
Diseño de materiales didácticos con herramientas digitales, accesibles y de bajo costo	Temas relevantes para educación preescolar
Uso de la tecnología en la enseñanza de la Educación Física	Cómo ver con naturalidad la inserción de inteligencias artificiales en el ámbito educativo
Apps, videos, realidad aumentada y seguimiento del desempeño	El juego en preescolar, el pensamiento crítico
Cómo usar las herramientas digitales <} en el aula	Temáticas para Educación Física
Uso del pizarrón electrónico en el aula	Diseño de proyectos integradores desde la Educación Física

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
Trabajo con proyectos utilizando herramientas de <i>Google for Education</i>	Cómo integrar aprendizajes clave con lengua, matemáticas o arte
Diseño de instrumentos de evaluación con <i>Google for Education</i>	Planeación didáctica por campos formativos y ejes articuladores
Programación con herramientas de <i>Google for Education</i>	Enfoque transversal con énfasis en corporalidad, motricidad y bienestar
Actualización en las temáticas sobre TICCAD	Evaluación formativa en Educación Física: más allá de la calificación
Elaboración de reactivos para exámenes, técnicas para planeaciones y secuencias didácticas con <i>Google for Education</i>	Neuroeducación y movimiento: cómo estimular el aprendizaje a través del cuerpo
Diseño de Proyectos Integradores con <i>Google for Education</i>	Educación Física inclusiva: atención a la diversidad y NEE en la clase
Diseño de prompts en <i>Google for Education</i>	Motricidad infantil: desarrollo integral en las primeras fases escolares
Didáctica con el uso de herramientas digitales	Educación socioemocional desde la actividad física
Herramientas digitales y su uso responsable	Juegos cooperativos, regulación emocional, trabajo en equipo
Planeación de la clase usando <i>Google for Education</i>	Metodologías activas aplicadas a la Educación Física
Plataformas en línea adaptadas a proyectos usando herramientas digitales	Aprendizaje basado en retos, gamificación, estaciones de aprendizaje
Implementación de evaluación formativa con <i>Google for Education</i>	Educación física y salud integral: prevención de enfermedades, hábitos alimenticios, cuidado del cuerpo
Psicología infantil con uso del <i>notebooklm</i>	Evaluación diagnóstica motriz: estrategias e instrumentos
Cursos sobre planeación didáctica utilizando los EVAD	Actividades rítmicas y expresivas: danza, rondas y expresión corporal
Herramientas digitales que puedan ser empleadas en el aula	Cultura de paz y resolución de conflictos en el patio escolar

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
Uso de material tecnológico en el aula	Diseño de juegos tradicionales y autóctonos como recurso pedagógico
Protocolos para el uso responsable de las herramientas digitales	Educación Física adaptada: estrategias con alumnos con discapacidad
Innovación tecnológica con <i>Brisk Teaching</i>	Formación de hábitos posturales y prevención de lesiones
Herramientas digitales para utilizarlas en Educación Física	Recreación y vida activa fuera del entorno escolar
Apps para personas con discapacidad	Educación Física y medio ambiente: actividades al aire libre con conciencia ecológica
Talleres para trabajar con <i>Google for Education</i>	Documentación pedagógica en Educación Física: bitácoras, rúbricas, evidencias
Diseño de materiales didácticos con uso de <i>Gemini</i>	Salud mental valores
Planeación de acuerdo con la NEM utilizando <i>Google for Education</i>	Temáticas relacionadas con la NEM
Evaluación con <i>Gemini</i>	Dificultades en el aprendizaje
Inteligencia artificial	Temas específicos de Matemáticas, por ejemplo, didáctica del tema de fracciones, proyectos, etc.
Planear estrategias con <i>Notebooklm</i> .	La evaluación continua y dar estrategias y herramientas para lograr la metacognición en los alumnos
Evaluación Formativa en preescolar con <i>Notebooklm</i>	Interculturalidad crítica
Tecnologías e IA	Protocolos que protegen al docente en su práctica diaria
Creación de materiales didácticos, implementación y seguimiento de las bitácoras en clase, trabajo colaborativo (docentes) con <i>Google for Education</i>	Cuestiones legales de protocolos y el qué hacer jurídico docente ante situaciones reales
<i>Notebooklm</i> para planear	Temas de Educación Física

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
Evaluación formativa con <i>Brisk Teaching</i>	Temas jurídicos
Temas relacionados con el tratamiento eficaz de las herramientas digitales	Educación especial, autismo
Paquetería de <i>Google for Education</i>	Estrategias para prevenir violencia, límites para alumnos y padres de familia
Creación de audio y video con <i>Notebooklm</i>	Normatividad
Evaluación con <i>Gemini</i>	Gamificación de la clase
Manejo de aplicaciones gratuitas sobre <i>Google for Education</i>	Inteligencia emocional y resiliencia
Elaboración de materiales con <i>Brisk teaching</i> y cómo incluirlo al contexto educativo	Redes de apoyo
Planeaciones basadas en proyectos con <i>Gemini</i>	Forma de planear con DUA
Matemáticas con <i>Notebooklm</i>	Planear desde las modalidades con todas la etapas o fases y considerar el enfoque, PDA o perfil de egreso
Temas de apoyo a la asignatura de biología con <i>Notebooklm</i>	Neurodidáctica
Elaboración de materiales didácticos con <i>Brisk Teaching</i>	Acoso escolar, ciberacoso
Artes musicales digitales con <i>Google for Education</i>	Legalidad laboral
Uso de tecnologías de <i>Google for Education</i>	Psicología del adolescente
Evaluación formativa y consecuencias legales del uso de la herramientas digitales	El diseño de proyectos comunitarios
NEM y <i>Google for Education</i>	Atención a alumnos con diferentes trastornos.
Uso de <i>Notebooklm</i> en los proyectos de los campos formativos	Neuro-pedagogía
Herramientas digitales en el aula	Gestión emocional para docentes, Mindfulness, Inclusión y respeto a la diversidad

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
Uso de las tecnologías en el aula	Protocolos en escuelas públicas
Estrategias en matemáticas y lectoescritura con <i>Google for Education</i>	Cursos para conocer más a fondo y detalle la guía operativa y los protocolos
<i>Google for Education</i> aplicado en ciencias	Derechos Humanos y sobre Maltrato, Acoso y Abuso Sexual Infantil
Gemini en preescolar y el DUA como herramienta de inclusión	Diseño Programa Analítico
Cómo mejorar mi práctica áulica con <i>Google for Education</i>	Trabajo con padres de familia
Trabajos con proyectos STEAM diseñados con <i>Notebooklm</i>	Protección y asesoría jurídica para los docentes
	Manejo de conflictos en salón de clases
	Temas sobre educación especial
	Trabajo en equipo
	Interculturalidad crítica
	Manejo de emociones
	Formación cívica y ética para la vida humana
	STEAM, recreación, cantos y juegos cooperativos
	Finanzas
	TDAH, migrantes
	Metodologías y evaluación formativa
	Estrategias específicas que indica la dirección de educación especial como DIA
	Filosofía para niños, Tableros de comunicación, Ideas al minuto

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
	Protocolo de actuación en la parte legal, barreras de aprendizaje, control de emociones
	Desarrollo emocional en los adolescentes
	Talleres sobre psicología, Talleres de psicología educativa
	Desarrollo de proyectos comunitarios
	Pensamiento crítico
	Matemáticas desde cero, sus previos y adecuada evolución
	La NEM
	Temáticas relacionadas a las Artes y sus beneficios en el aprendizaje de los estudiantes
	Evaluación según la NEM
	Trastornos de aprendizaje.
	Estrategias específicas y diversificadas para la atención de alumnado en vulnerabilidad
	Inteligencia emocional, manejo de emociones, convivencia sana y pacífica, reflexiones para alumnos y alumnas que inciden en actitudes y/o comportamientos no adecuados
	Inglés
	Los aprendizajes y las distintas corrientes pedagógicas
	Cursos presenciales para la realización de Programa Analítico
	Diseño de ajustes razonables en contextos reales y su evaluación

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
	Inteligencia Emocional Maestría o Diplomado
	Formación docente viable para mejorar los aprendizajes de los alumnos
	Artes en sus diferentes disciplinas: Danza, Música, Teatro y Visuales
	Violencia de género
	Temas como experiencias donde se disfrutaba de un aprendizaje extraordinario con base a nuestra realidad
	Enseñanza de la geometría en nivel primaria
	Epistemología: Por qué todos aprendemos diferente
	Aplicación de protocolos y temas de índole jurídico para directivos
	Inclusión educativa
	Violencia entre docentes
	Estrategias conductuales en los alumnos
	Sensibilización docente dentro del aula
	Certificaciones de <i>Cambridge</i> para los docentes de inglés
	Educación emocional
	Neurociencias
	Diseño de materiales didácticos, actividades para estudiantes con condiciones de TDAH
	Trabajo por proyectos reales
	Humanismo en la evaluación
	Ciencias

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
	Autismo, DUA y su aplicación en la escuela
	Cómo trabajar con alumnos con TEA
	Sistema Minjarez
	Inclusión
	Trabajo socioemocional para docentes, alumnos y familias
	Neurociencias, influencia de las emociones en el aprendizaje
	Interculturalidad crítica
	Legislación educativa
	Neurociencias, neurodidáctica, pensamiento crítico
	Taller de economía básica
	Metodologías activas
	Elaboración de proyectos interdisciplinarios
	Cómo favorecer la regulación de emociones en los niños la conducta, como trabajar con niños autistas
	Protocolos de actuación en las escuelas
	Inteligencia emocional y habilidades sociales
	Temas relacionados con las emociones y la crianza
	Educación financiera
	Ejes transversales

TEMÁTICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES	OTRAS TEMÁTICAS
	Interculturalidad en preescolar
	Lectoescritura en preescolar
	Género y tipos de familias en preescolar
	Ética e Historia
	Adecuaciones al marco de convivencia a las circunstancias actuales
	Creatividad
	Gestión de centros educativos en educación media
	Estrategias para desarrollar el pensamiento crítico en los alumnos
	Pedagogía
	Riesgos en la adolescencia
	El uso adecuado y redacción de una bitácora del aula
	Gestión educativa, liderazgo, trabajo colaborativo, neurolingüística
	Estrategias para implementar los libros de los alumnos; cómo implementar las metodologías en la planeación
	Sobre el plan sintético

En está tabla se han transcrito las respuestas externadas por los participantes en el cuestionario, es de notarse que algunas son iguales o parecidas sobre los temas que les gustaría que en el CAMCM se ofertarán, esto se hizo para que se puedan observar con mayor claridad sus necesidades y sean

analizadas con mayor profundidad para poder atenderlas con los EVAD.

Como se observa existe una gran diversidad de respuestas que involucran diferentes campos del conocimiento y si bien las temáticas en herramientas digitales no son la mayoría, se observa

que si existe el interés por poder utilizarla en su práctica.

En la categoría V. de Google for Education el 50% externo que, si conocen algunas herramientas de esta suite y las utilizan, el otro 50% lo conocen básicamente pero no lo utilizan en su práctica docente.

En la categoría VI el 80% no conoce los EVAD pero si están interesados en emplearlo y el 20% si lo ha empleado para diferentes situaciones personales y/o educativas.

Análisis de resultados

Como se aprecia los resultados muestran una tendencia de haber oído hablar sobre Google for Education, pero su uso todavía es incipiente, todavía la mayoría desconoce el cómo utilizarlo dentro del aula y solicitan que se les proporcione una formación sobre estos temas.

El diagnóstico nos muestra que existe una demanda real sobre la necesidad que tienen los docentes de actualizarse, a través de una formación continua que les proporcione las habilidades que requieren para hacerle frente a los retos que las herramientas digitales trae consigo en los procesos educativos, lo que permite dar apertura a los EVAD en el CAMCM, como una alternativa de cambio y de opciones que ofertar ante los diferentes escenarios que se van creando, en un entorno cada vez más complicado y competitivo para

tener acceso a la actualización, que es un derecho y una obligación de todo profesional de la educación y cuya ventaja competitiva que tiene la institución además de su experiencia, es la gratuidad y la calidad de sus servicios.

La innovación y desarrollo utilizando herramientas digitales en la formación continua mediada por los EVAD, representa una herramienta estratégica que favorecerá la creación de experiencias de aprendizaje, adaptativas e interactivas, permitiendo una mayor equidad al permitir rutas de acceso flexibles y contextualizadas, acompañadas de una instrucción crítica y ética en su uso, abriendo una nueva posibilidad para el análisis predictivo del aprendizaje docente sostenible y transformador.

Propuesta

Los EVAD representan una oportunidad estratégica para mejorar la calidad educativa al mantener a los docentes actualizados en tecnologías, temáticas educativas y enfoques pedagógicos contemporáneos. Especialmente en contextos como el de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), estos espacios se alinean con la necesidad de formación permanente, equitativa e inclusiva, en los que el CAMCM tendrá mucho que aportar.

En conjunto con los EVAD, se tomarán en cuenta las temáticas que manifestaron los docentes, por lo que en la propuesta inicial serán consideradas las

herramientas de *Google for Education*, por ser confiables, robustas y gratuitas en sus versiones básicas, iniciando esta formación con tres de ellas.

- ***Gemini***. Familia de modelos avanzados de inteligencia artificial (IA) creada por Google (Google, 2025).
- ***Notebooklm***. Herramienta de inteligencia artificial de Google que funciona como un asistente de investigación y escritura (Google, 2025).
- ***Brisk teaching***. Es una extensión de *Google Chrome* (y *Edge*) con inteligencia artificial (IA) que funciona como un asistente para los docentes, facilitando la planificación de clases, la creación de materiales didácticos como cuestionarios y presentaciones, y la entrega de retroalimentación específica a los alumnos (Google 2025).

Por considerar que serán herramientas digitales de uso esencial y de partida para introducirse en el fascinante mundo de las TICCAD y con ellas satisfacer la mayoría de las temáticas planteadas.

Conclusiones

Los docentes de educación básica representan un sector educativo importante y fundamental en el proceso enseñanza y aprendizaje, a veces olvidado por darle prioridad a la educación superior sobre todo en materia tecnológica, sin considerar que este sienta las bases para que los estudiantes reciban

una formación inicial de calidad en las etapas de la niñez y la adolescencia que son fundamentales para preparar al ciudadano que la sociedad necesita con las habilidades primordiales para hacerle frente a un mundo que ya cambió y que sigue transformándose, por lo que los esfuerzos de formación continua deben multiplicarse para que este profesional de la educación reciba la atención y apoyo que requiere para realizar su labor con la mayor dignidad y eficiencia posible.

Es así como acorde a los resultados obtenidos en esta investigación se crearán los EVAD que incluyan el uso de las herramientas digitales de *Google for Education: Gemini, Notebooklm y Brisk Teaching*, entre otras temáticas para fortalecer sus habilidades mediante la formación continua, constituyendo una tarea prioritaria en el CAMCM, respondiendo a su misión y visión que la han caracterizado por más de 80 años. 

Referencias

- Area, M. y Pessoa, T. (2012). *De lo sólido a lo líquido: Las nuevas alfabetizaciones ante los cambios culturales de la Web 2.0*. Revista Científica Educomunicación <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-01>
- Cabero, J. y Llorente, M. (2008). *Entornos virtuales de formación y aprendizaje: Fundamentos, herramientas y experiencias*. Madrid.

- Diario Oficial de la Federación.** (2019). *Ley General de Educación*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- García, A. y Basilotta, V.** (2017). *Formación del profesorado en entornos virtuales. Un estudio de buenas prácticas*. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.06>
- Garrison, D., Anderson, T. y Archer, W.** (2000). *Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education*. The Internet and Higher Education. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(00\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(00)00016-6)
- GOOGLE** (2025). *Google for Education*. https://edu.google.com/intl/ALL_mx/
- Imbernon, F.** (2024). *Tendencias y retos internacionales en la formación permanente del profesorado para la innovación educativa*. RECIE. Revista Caribeña De Investigación Educativa. <https://revistas.isfodosu.edu.do/index.php/recie/article/view/670>
- Müller de Cabrera, L.** (2018). *Investigación Cualitativa*. Guatemala.
- OpenAI.** (2023). *ChatGPT: Optimizing language models for dialogue*. OpenAI. <https://openai.com/chatgpt>
- Sánchez, J.** (2013). *Métodos de investigación educativa*. España.
- Salinas, J.** (2004). *Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria*. Rev. U. Soc. Conocimiento. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/intjedth1&div=4&id=&page=>
- Salinas, J.** (2012). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), <https://doi.org/10.7238/rusc.v9i1.1312>
- Secretaría de Educación Pública.** (2025). *Estrategia Nacional de Formación Continua de Educación Básica 2025*. México.
- Secretaría de Educación Pública.** (2022). *Plan de Estudio de Educación Preescolar, Primaria y Secundaria 2022*. México.
- Sierra, R.** (1995). *Técnicas de investigación social: Teoría y ejercicios*. Paraninfo.
- Turing, A.** (1950). *Computing machinery and intelligence*. Mind. <https://academic.oup.com/mind/article-abstract/X/236/433/986238?redirectedFrom=fulltext>
- UNESCO.** (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- UNESCO.** (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>
- Universidad Internacional de La Rioja.** (2025). *Las claves de ChatGPT: qué es, para qué sirve y cómo usarlo*. UNIR Revista. <https://www.unir.net/revista/ingenieria/chatgpt/>

Experiencias de integración de chatbots en laboratorios remotos en clases de ingeniería de las áreas de eléctrica y electrónica

Autores:

López Villalobos, José de Jesús
Gómez Sánchez, Laura Elena
Tamez Álvarez, Mario Alberto
Salazar Muñoz, Zita Xilahutl

ORCID: 0000-0002-9168-0915
ORCID: 0000-0002-0653-8229
ORCID: 0009-0008-4447-5717
ORCID: 0009-0003-5027-435X

RESUMEN: *La integración de la inteligencia artificial en el quehacer educativo es una realidad latente y de rápida implementación. En este artículo se aborda específicamente la integración de chatbots y laboratorios remotos en la enseñanza de ingeniería eléctrica y electrónica mediante el uso de herramientas de prototipado rápido como Node-RED y Arduino. Se propone un sistema que permite a los estudiantes realizar prácticas experimentales a distancia bajo un enfoque constructivista. La inclusión de inteligencia artificial conversacional sirve para guiar al alumno, resolver dudas teóricas en tiempo real y optimizar los periodos de aprendizaje. El modelo TriLab busca unificar las experiencias presenciales, virtuales y remotas para fortalecer las competencias técnicas. Finalmente, los resultados demuestran que esta arquitectura tecnológica mejora la interacción educativa y facilita el diseño ágil de materiales didácticos para los docentes.*

PALABRAS CLAVE: *laboratorios remotos, inteligencia artificial conversacional, internet de las cosas, ingeniería.*

ABSTRACT: *The integration of artificial intelligence into education is a latent reality and its implementation is inevitable, particularly with existing electronic learning systems. This project draws on the experience of developers of remote engineering laboratories, where the learning objectives are supported by the integration of chatbots. These chatbots complement the information covered, resulting in better interaction with students on common teaching and learning topics and saving time in teaching the subjects covered in these practical exercises. The project utilizes a no-code tool for generating chatbots, which is directly integrated into the implemented laboratory project. This paves the way for the integration of additional tools that further enhance student knowledge.*

Introducción

El desarrollo de nuevas estrategias educativas y la evolución de los métodos de enseñanza presentan desafíos interesantes. Ejemplos de esto, desde lo pedagógico son el modelo basado en competencias y el enfoque colaborativo y enseñanza, en clases, pero además, en la actualidad es indispensable incorporar en el sistema educativo el uso de computadoras personales, de dispositivos móviles, de herramientas y aplicaciones digitales y recientemente la inteligencia artificial generativa para el diseño de planes de estudio, el diseño de materiales digitales, la formación de estudiantes y docentes, la productividad académica y administrativa que, si bien impacta en todos los niveles de enseñanza, en el ámbito de la ingeniería resulta de gran importancia.

Desde esta perspectiva, se propone, como punto de partida de esta investigación, el desarrollo de plataformas que generen y construyan conocimiento; las cuales integren metodologías, herramientas y todos los elementos de un curso adaptados a las métricas que los organismos acreditadores requieren. Esto plantea un reto con respecto a las plataformas basadas en TIC por su integración en los aspectos prácticos y administrativos del curso; nuestra propuesta abre una oportunidad para diseñar estrategias y métodos que faciliten esta integración, permitiendo un desarrollo completo de elementos que actualmente están separados, como las clases remotas, los laboratorios virtuales y los

laboratorios presenciales (hands-on). Todo esto enmarcado en la educación a nivel licenciatura y posgrado, con parámetros específicos para evaluar estos niveles educativos.

Una definición interesante es la que plantean (Konak 2013, Wei 2013), en la que el individuo es quien establece su propia estrategia para alcanzar el conocimiento, la cual es reforzada por el uso de recursos que ofrece el internet y las diversas herramientas de la inteligencia artificial (IA), que en conjunto contribuyen en las distintas etapas de generación de conocimiento y de elaboración de material didáctico. Esta idea constituye la base del constructivismo dentro del proceso cognitivo, así como del aprendizaje colaborativo, en otras palabras, la integración de estas herramientas junto a la experiencia del cursante y su interacción con pares.

En el contexto educativo contemporáneo de nuestro país, y en consonancia con los lineamientos establecidos por organismos internacionales como la UNESCO, se privilegia un enfoque pedagógico basado en el constructivismo. Este paradigma sostiene que el proceso de adquisición del conocimiento debe estar respaldado por condiciones que faciliten el acceso a recursos pertinentes, así como por la promoción de dinámicas colaborativas entre los distintos actores del entorno educativo (El aprendizaje de calidad | UNESCO, 2025).

Asimismo, resulta fundamental considerar el valor formativo de la experiencia práctica, en la que el acto de “hacer” genera una satisfacción intrínseca que potencia el aprendizaje. Esta dimensión se vincula estrechamente con la teoría del aprendizaje experiencial, la cual plantea que el conocimiento se construye a partir de la interacción directa con el entorno, integrando nuevos elementos en los esquemas mentales del estudiante y favoreciendo así una comprensión más profunda y significativa.

Según lo planteado por (Altun & Buyukduman 2007), así como por (Abdulwahed & Nagy 2008), se observa una desviación respecto al planteamiento original de Piaget. En este sentido, el desarrollo cognitivo no depende únicamente del nivel de madurez del individuo, sino que también exige procesos de aprehensión, comprensión, intención y ampliación del conocimiento que se pretende alcanzar. En este marco, la preparación previa del estudiante adquiere un papel esencial, tanto en lo relativo al dominio del contenido como en el manejo de las herramientas tecnológicas requeridas. Esta preparación contribuye a establecer un proceso cíclico y progresivo que favorece la generación de conocimiento.

Un ejemplo de cómo un laboratorio puede incorporar elementos de los

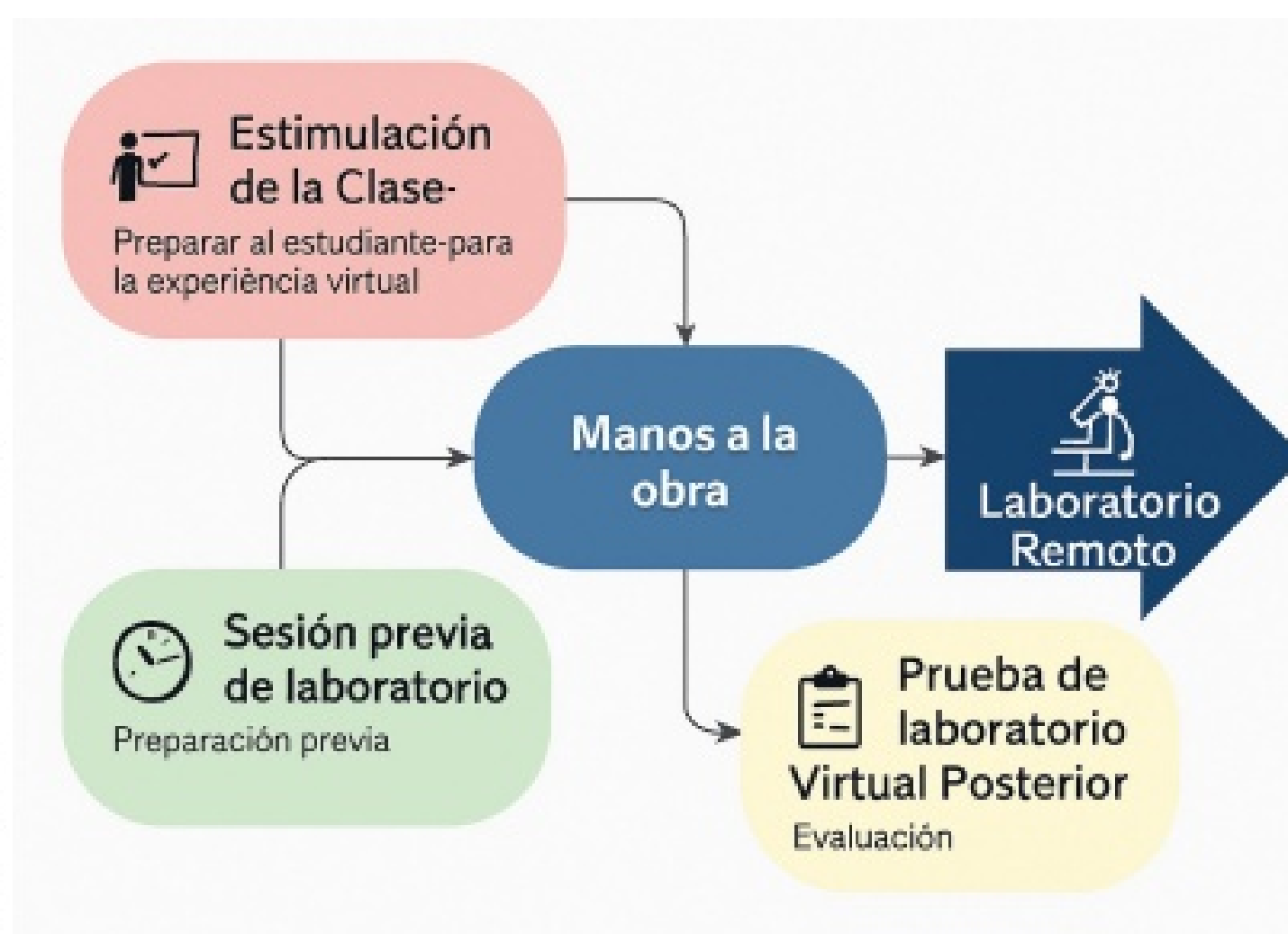


Fig. 1: Modelo de laboratorio constructivista de Wahed-Nagy TriLab

tres tipos de laboratorios existentes para configurar un entorno remoto se presenta en la figura 1.

Otro aspecto relevante es que el modelo de educación compartida o “blended learning”, que se ha implementado en las nuevas tendencias educativas, resulta muy atractivo para el uso de laboratorios remotos. Sin embargo, como se ha señalado en estudios previos (Tatli & Ayas, 2012; Dias, Miguens Matutino, & Barata, 2014; Castillo, Ortegón, Vazquez, & Rivera, 2014; George & Kolobe, 2014), existe un problema recurrente en la integración de las plataformas tecnológicas, específicamente los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), con los laboratorios remotos basados en tecnología web (Remote Web Laboratories, RWL). Además, el aprendizaje a distancia depende en gran medida del uso eficiente de estos

LMS, lo que subraya la importancia de una correcta integración entre ambas tecnologías para maximizar su efectividad en el entorno educativo.



Fig. 2: Grafico de integración de un chatbot a la enseñanza práctica de un laboratorio remoto.

Existe una relación significativa entre los diferentes tipos de laboratorios: remotos, presenciales y simulados. Los laboratorios presenciales permiten interactuar con equipos reales ubicados físicamente en un laboratorio, mientras que los simulados consisten en software que reproduce elementos reales (Bochicchio & Longo, 2010).

La combinación de laboratorios simulados y presenciales tiene como objetivo mejorar las estrategias educativas, potenciando las habilidades de los estudiantes en los programas de estudio. Además, las herramientas digitales, como *Facebook*, *Twitter*, *Google+*, entre otras, contribuyen a esta integra-

ción y colaboración (Haddish, 2012). También se pueden añadir aplicaciones en tiempo real para los laboratorios (Hristov, Zahariev, Bencheva, & Ivanov, 2013), gestionadas mediante un calendario de acceso para evitar la saturación de los recursos disponibles. A últimas fechas la inclusión de las diversas herramientas de las IAs con sus diversos productos (*ChatGPT*, *Copilot*, *Meta*, act.) ha potenciado la generación de ideas complementarias a las ya existentes con las redes sociales que además usan las inteligencias artificiales para hacer el camino más fácil. Como se ha comentado en (Guerra 2025), se tiene el riesgo del uso irresponsable y de que la información obtenida no sea confiable, conocida como *trustworthy AI* y es aquí en donde la ética juega un papel importante (Ornelas 2020, Calle 2022).

Internet en conjunto con la IA se han convertido en herramientas poderosas para facilitar la difusión del conocimiento y la educación, en ese sentido, odemos afirmar que estamos en la era de la comunicación y el conocimiento, pues se ha logrado reducir significativamente el tiempo y el esfuerzo requeridos para buscar información y aprender. Por otro lado, facilitan los métodos de enseñanza, permitiendo desarrollar de manera efectiva competencias y habilidades a través de diversos procedimientos y técnicas: el uso de videoconferencias, el intercambio de información, inteligencia artificial conversacional (chatbots), redes sociales y el acceso a bibliotecas digitales

y recursos informativos. Estas herramientas han propiciado la creación de centros educativos virtuales, diseñados para aprender de manera autónoma a través del uso y manejo de equipos y software. Este enfoque fomenta en los estudiantes el desarrollo de habilidades en áreas como programación, robótica y diseño digital (Lora 2023).

Con la llegada de nuevas tecnologías y herramientas de software más accesibles en el ámbito pedagógico, se ha facilitado un prototipado rápido que acelera la creación de laboratorios remotos (LR). Ejemplos de estas herramientas son plataformas como *Peggy*, *NodeJS* y *Python* (Ortiz, 2023; Dávila, 2023). Además, existen tecnologías de desarrollo basadas en la nube y relacionadas con la Industria 4.0, que contribuyen a la implementación de proyectos de hardware, facilitando su integración en las distintas materias del programa educativo en el área de ingeniería. Este enfoque se ve potenciado por metodologías como STEM, que favorecen la creación y uso de laboratorios (Domènech-Casal, 2019, Pérez 2021, Novellan 2024, García, 24, Díaz 2024).

Al hablar de IAs, entre sus tantas opciones de acuerdo a su aplicación (Ornelas 2020) se tiene la de tipo conversacional, con la que se interactúa con el fin de atender a un determinado cliente que tiene necesidad de atender una duda, sugerencia o simplemente conocer, para esto se han desarrollado desde hace mucho tiempo desde los años 60's herramientas que interactúan

con los usuarios, pero es ahora cuando se ha exponenciado el uso de recursos de esta naturaleza en diversos ámbitos comerciales como lo son de ventas, atención al cliente, entretenimiento, call centers, de mercadeo y de servicio técnico; también los hay de otras áreas como las médicas, siendo éstas de aprendizaje, en donde el fin último es educar. En el ámbito educativo, las características propias de estos chatbots son: proporcionar información, realizar preguntas y respuestas, crear planes de estudios, retroalimentación de temas y simulación de exámenes (Quiroz 2020, Ismael sf, Alonso 2021).

Los chatbots dan acceso a información que complementa la obtenida en clase, se tiene autoaprendizaje, una interacción y retroalimentación en “tiempo real”, así como la posibilidad de practicar, aplicar y validar lo aprendido. En el presente proyecto apoyado en estos antecedentes se muestra en la sección siguiente una propuesta de prototipado rápido de laboratorios remotos TriLab con IA conversacional.

Metodología

En este trabajo, se consideran las diversas facetas en las que esta tecnología tiene un impacto significativo, especialmente en el ámbito del desarrollo experimental y de campo, donde la generación de conocimiento ocurre con mayor facilidad. Al enfocarnos en el contexto de la educación superior y el posgrado en ingeniería mecatrónica

y disciplinas afines, la relevancia de este impacto se vuelve aún más crucial, tomando en cuenta algunos factores que se discutirán más adelante. Por lo tanto, la investigación aborda aspectos tanto cualitativos como cuantitativos, dada la naturaleza de los pasos necesarios para la implementación práctica de un laboratorio de prototipado rápido que se pueda establecer de manera ágil.

Primero, es esencial determinar la estrategia a seguir para implementar el laboratorio remoto (LR) que proporcione un medio común y garantice un diseño que cumpla con los estándares de la norma IEEE 1876-2019. Además, es importante considerar que uno de los cuatro elementos de la Industria 4.0, el Internet de las Cosas (IoT), puede facilitar el diseño de LR mediante sus herramientas de implementación. Un protocolo que favorece la interconexión de los elementos prácticos es el MQTT, creado en 1999, que se optimiza para el manejo de "objetos",

como sensores y actuadores (motores, interruptores físicos, etc.), a través de un servidor simple que permite la comunicación con el mundo exterior a través de internet. La figura 2 ilustra la estructura de un sistema de interconexión de objetos hacia el servidor.

Dentro del contexto del Internet de las Cosas (IoT), la arquitectura MQTT destaca por sus componentes clave: el editor (publisher), que representa la variable a medir y/o controlar en un sistema, y el suscriptor (subscriber), que es quien accede a la información a través de la red. Un elemento central en el desarrollo y aplicación del control de variables es el Broker, que actúa como el servidor encargado de gestionar y monitorear la información de los sensores y actuadores, permitiendo su uso y control remoto mediante internet para la comunicación de mensajes entre el Broker y los suscriptores.

Ahora surge la pregunta: ¿Qué herramienta facilitará una implementación rápida? Para responder a esta pregunta, existen varias opciones que requieren un amplio conocimiento en programación y la implementación de sistemas que ayuden en el control y lectura/escritura de sensores y actuadores, además de permitir la visualización a través de la web para diversos tipos de suscriptores, como teléfonos celulares, tabletas

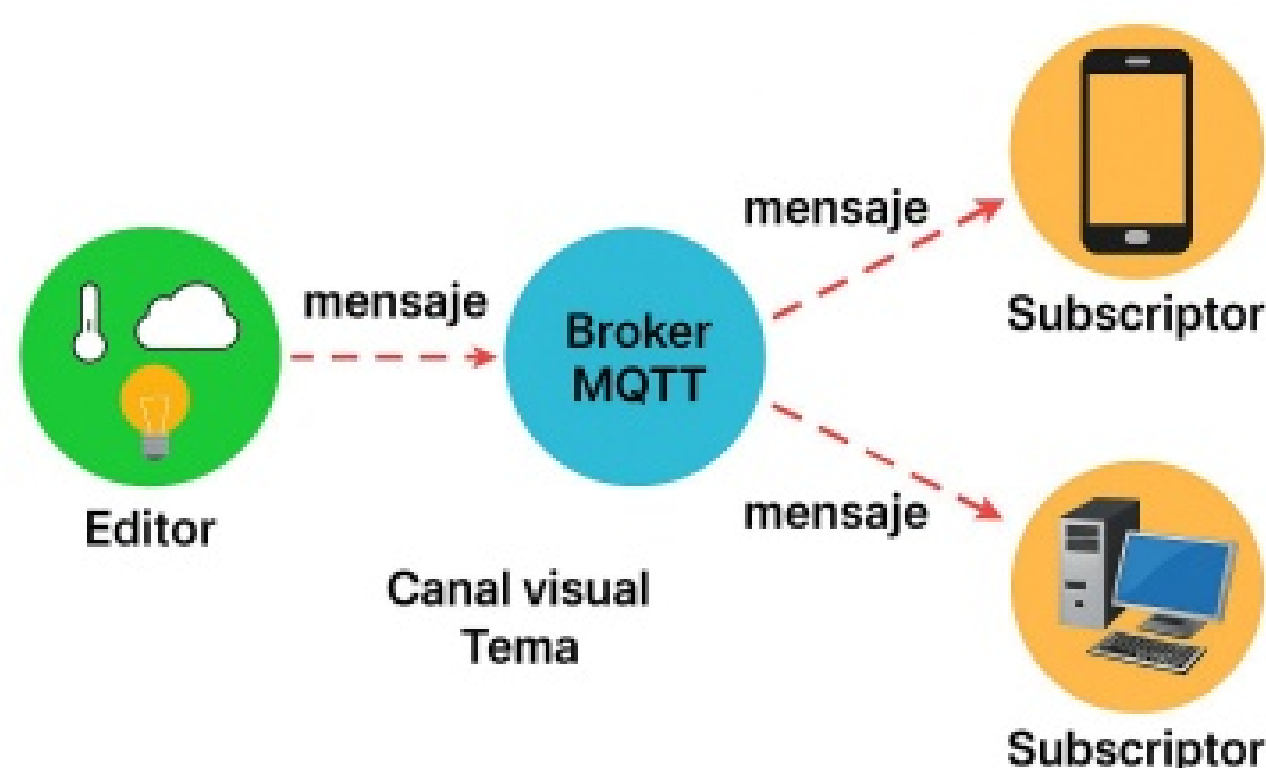


Fig. 3: Arquitectura MQTT (MQTT 2023)

y computadoras de escritorio. En nuestra propuesta, se evaluaron varias alternativas, muchas de las cuales demandaban un conocimiento técnico detallado en lenguajes de programación como *NodeJS*, *Java* y *Python*. Sin embargo, una herramienta en particular destacó por su facilidad de implementación y su versatilidad para trabajar con múltiples plataformas: Node-RED. Este sistema permite diseñar sistemas discretos mediante una interfaz gráfica, sin necesidad de escribir código, lo que facilita una implementación rápida para el control de variables y sensores en diversas plataformas, tal como se ilustra en la figura siguiente.

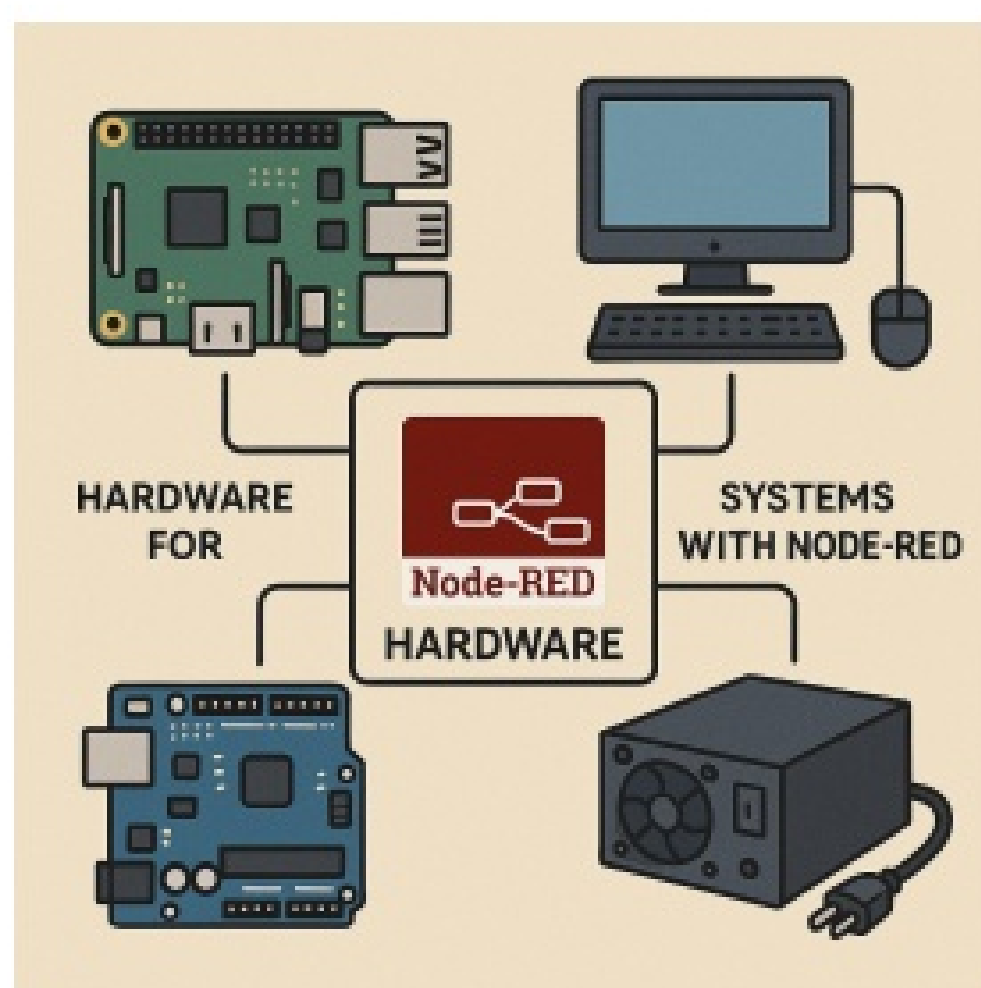


Fig. 4: Hardware para la implementación de sistemas con NodeRED.

Como se mencionó anteriormente, esta herramienta ofrece un amplio abanico de posibilidades para ejecutar programas que pueden ser visualizados de manera sencilla a través de páginas web (Dashboards), sin importar el hardware en el que se implementen.

El aspecto más importante es que, independientemente del hardware utilizado, se puede interconectar gráficamente sensores y actuadores.

La primera opción para desarrollar un sistema de control de laboratorio remoto es utilizar una computadora como Broker. A través de esta computadora, se podrá acceder a las variables que controla dicho laboratorio. A partir de este punto, se inicia la siguiente fase: la adquisición y el procesamiento inicial de los datos que necesitamos controlar.

Dentro de las alternativas accesibles para tarjetas de adquisición de datos, la serie Arduino —en particular el modelo UNO— sobresale por su funcionalidad. Esta placa electrónica ofrece una interfaz eficiente gracias a sus 13 pines digitales, que permiten manejar señales en estado alto o bajo, y sus 8 entradas analógicas, capaces de interpretar señales continuas como voltajes o corrientes dentro de un rango de 0 a 5 volts. Al conectar sensores a estos pines, es posible definir su comportamiento como entrada o salida de manera sencilla utilizando Node-RED como plataforma de programación.

Al habilitar una o más tarjetas Arduino, todas conectadas a un puerto USB, se incrementa la capacidad de entradas y salidas, tanto analógicas como digitales, de nuestro sistema de laboratorio remoto de manera sencilla, sin necesidad de conocimientos adicionales para expandir la capacidad de interconexión del sistema. Se deben agregar fuentes

de energía que ayuden a balancear las tarjetas electrónicas que se tienen en cada uno de los dispositivos Arduino.

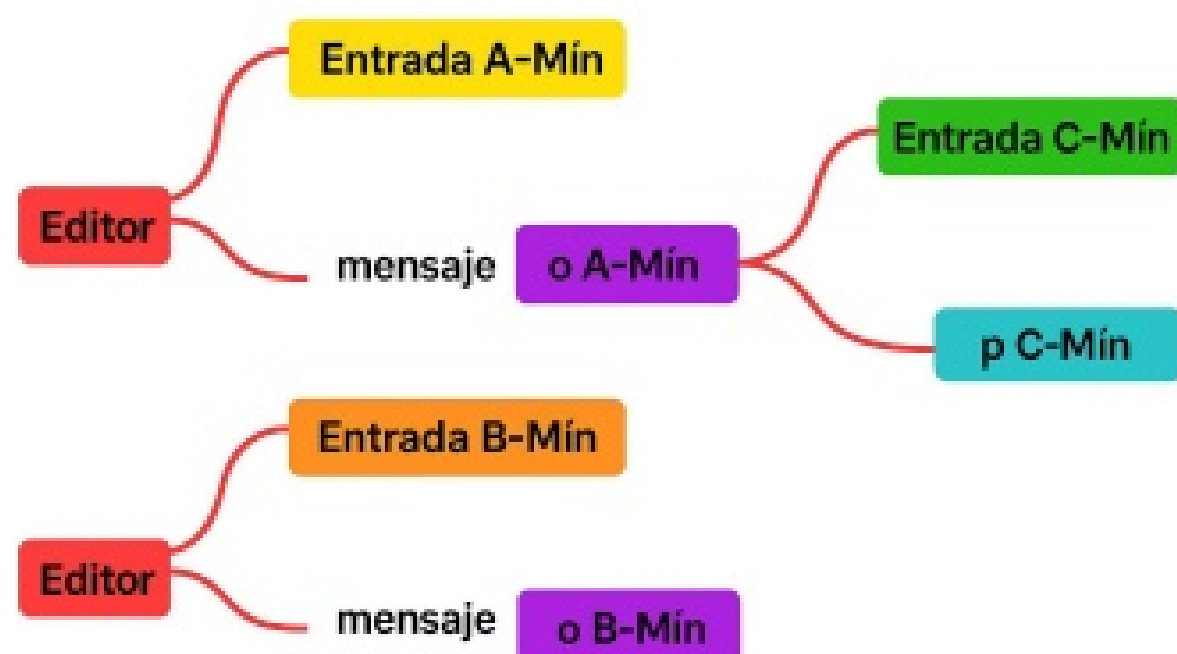


Fig. 5: Programa gráfico para el control de una de las prácticas (simplificado), sin código, en este caso miniterminos, práctica 3.

Una consideración técnica relevante es la forma de transformar los dispositivos Arduino en unidades básicas para adquirir datos. Para lograrlo, se utiliza FIRMATA, un protocolo de código abierto que se carga directamente en la placa. Mediante una conexión USB y con ayuda de un software compatible, en este caso, Node-RED, es posible acceder a todos los pines del Arduino para realizar operaciones de lectura y escritura.

Esta integración permite enlazar el Arduino con una tarjeta de trabajo que incorpora componentes prácticos como relevadores y sistemas de medición electrónica, capaces de registrar voltajes y corrientes, funcionando de manera similar a un multímetro. Así, los estudiantes pueden comprobar experimentalmente los conceptos aprendidos en teoría.

Un componente que complementa nuestro laboratorio remoto (LR) es la cámara web, que permite visualizar el circuito en prueba, como por ejemplo, la activación de luces LED o pantallas LCD. Además, los botones de control se gestionan a través de Node-RED por medio de la web.

Los chatbot son activados mediante ligas de acceso directo que llaman a cada uno de los respectivos diálogos de cada práctica; su desarrollo contempla de manera común las siguientes características:

1. Objetivo, complementar el conocimiento práctico de la actividad con la misión de dar retos que motiven la correcta realización de la práctica y certificar el conocimiento adquirido.
2. El público objetivo son los estudiantes que llevan este tipo de materias.
3. El diseño de contenido se fundamenta en la base de conocimientos de cada tema y su respectiva interacción (se comenta más adelante).
4. En este caso, la plataforma de desarrollo que se tiene: Conversational Agents Dialogflow, Ollama y Reza. Se utiliza la parte gratuita de desarrollo.

Una muestra de un diálogo es como la que se muestra a continuación:

DIÁLOGO:

Chatbot: 🖐️ ¡Hola, bienvenido/a a nuestra página de aprendizaje!
Por favor, dime tu nombre para personalizar tu experiencia.

Usuario: [Escribe su nombre]

Chatbot: ¡Encantado de conocerte, [Nombre del usuario]! 🖐️
Elige una opción para continuar:

1 Teoría

2 Práctica

🔗 Caso 1: El usuario elige Teoría

Chatbot: Has seleccionado Teoría 🖐️.
Estos son los temas disponibles:

Compuertas AND y OR

Álgebra de Boole

Minitérminos

Maxitérminos

◊ Si el usuario elige 1 → Compuertas AND y OR

Chatbot:

Las compuertas lógicas AND y OR son las más básicas:

AND: La salida es 1 solo si todas las entradas son 1.

OR: La salida es 1 si al menos una entrada es 1.

🔗 Ejemplo práctico:

AND → $1 \text{ AND } 1 = 1$, pero $1 \text{ AND } 0 = 0$.

OR → $1 \text{ OR } 0 = 1$, y $0 \text{ OR } 0 = 0$.

◊ Si el usuario elige 2 → Álgebra de Boole

Chatbot:

El Álgebra de Boole es un sistema matemático que usa dos valores: 0 (falso) y 1 (verdadero).

Se basa en operaciones lógicas: AND ($\cdot$), OR (+) y NOT ($'$).

DIÁLOGO:

Permite simplificar circuitos y diseñar sistemas digitales.

🔗 Ejemplo: $A + A = A$, $A \cdot 1 = A$, $A + 0 = A$.

◊ Si el usuario elige 3 → Minitérminos

Chatbot:

Un minitérmino es una expresión donde todas las variables aparecen en forma directa o negada y cuyo valor es 1 solo para una combinación de entradas.

🔗 Ejemplo: Para variables A y B → el minitérmino $A'B$ representa el caso $A=0$, $B=1$.

◊ Si el usuario elige 4 → Maxitérminos

Chatbot:

Un maxitérmino es una suma lógica (OR) de todas las variables, en forma directa o negada, y su valor es 0 solo en una combinación de entradas.

🔗 Ejemplo: Para variables A y B → el maxitérmino $(A + B')$ vale 0 solo cuando $A=0$ y $B=1$.

🔗 Caso 2: El usuario elige Práctica

Chatbot: Has seleccionado Práctica 🗑️.

Elige una opción para comenzar con los ejercicios:

Compuertas AND y OR

Álgebra de Boole

Minitérminos

Maxitérminos

◊ Si el usuario da click en cualquier opción →

Chatbot: Te estoy redirigiendo a la página de práctica correspondiente...

🔗 (abre la página de pruebas del tema seleccionado)

En este laboratorio remoto, se implementaron un conjunto de cuatro prácticas de la materia de Electrónica Digital de tres programas educativos. En este contexto, los circuitos pueden ajustarse mediante el intercambio de

conexiones, permitiendo modificar la forma en que se interconecta el circuito para las pruebas de los sistemas digitales. Esto se logra mediante el uso de conexiones directas a los sistemas digitales por Node-RED a través del

Arduino, agregando las ligas para el acceso al chatbot desde la ventana web de desarrollo abriendo en formato web también.

Es importante señalar que las interconexiones permiten medir los estados lógicos y saber de dónde se obtienen los datos necesarios para realizar la interacción en conjunto con la IA conversacional o chatbot; con lo cual, se complementa la información que ayuda a la generación de conocimiento. Las prácticas en las que se trabajó son las siguientes:

1. Sistemas Digitales Básicos
2. Álgebra de Boole y su Aplicación

3. Circuito Minitérmino (pantalla 1 de 2)

4. Circuito Maxitérmino (pantalla 2 de 2)

En la figura 6 se presenta la estructura de un laboratorio remoto (LR) básico, que ilustra cómo es posible implementar fácilmente cualquier laboratorio para aquellas materias que requieren un espacio de trabajo limitado. Esto es particularmente común en los campos de la ingeniería electrónica, mecatrónica, semiconductores y otras carreras afines que utilizan este tipo de elementos.

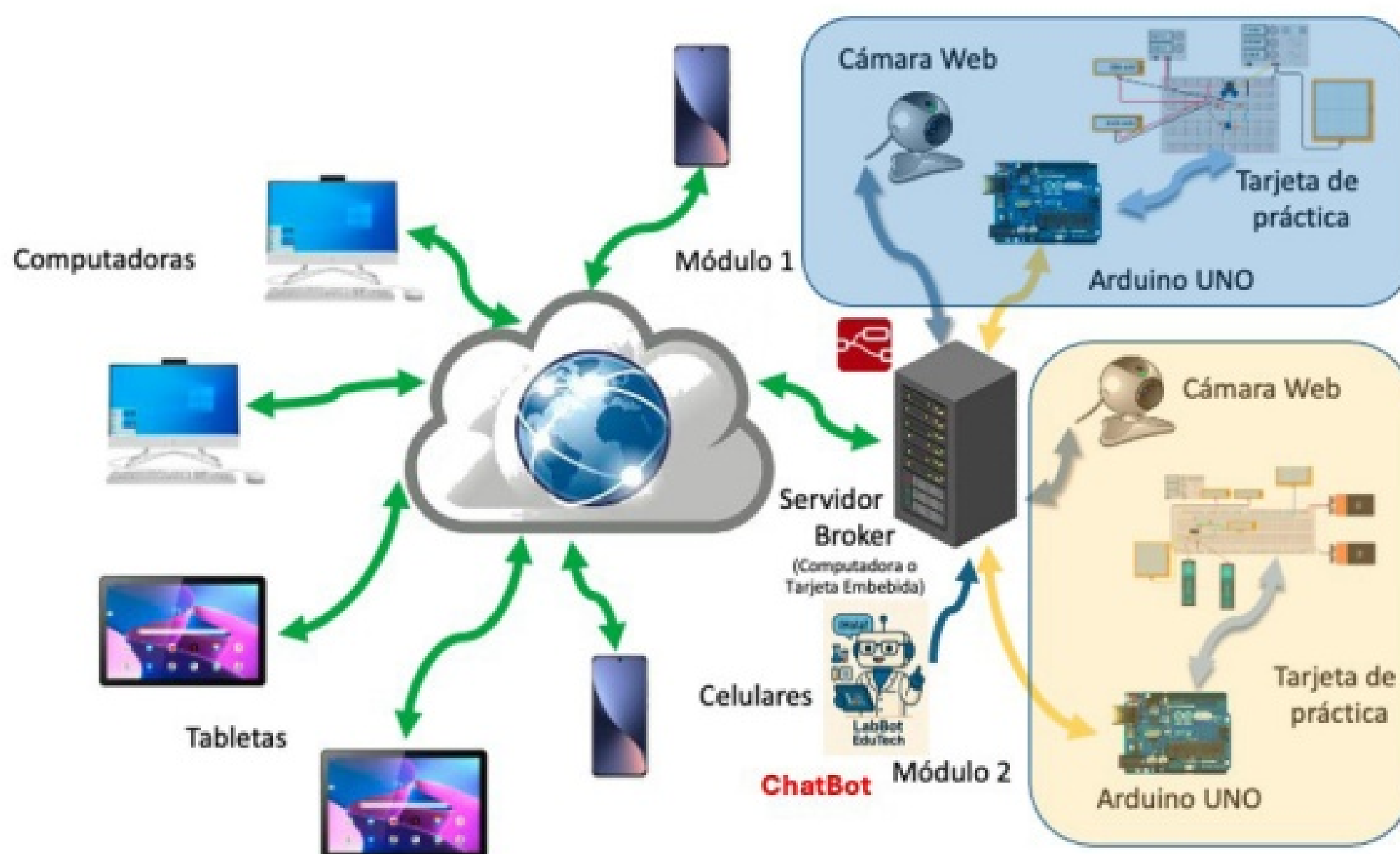


Fig. 6: Sistema Integral del Laboratorio Remoto, en el cual a través del servidor broker se integraron las llamadas a la IA conversacionales (chatbot).

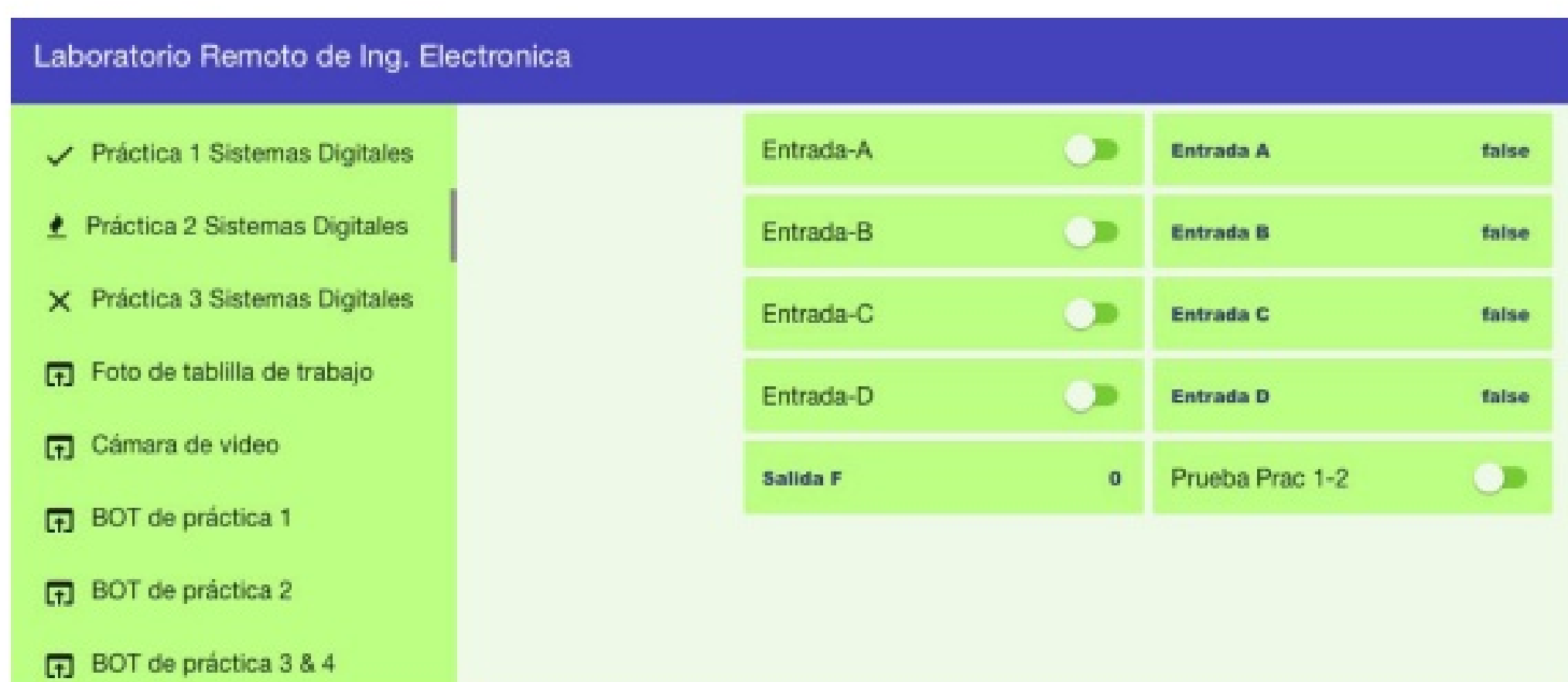


Fig. 7: Pantalla de trabajo del laboratorio remoto con integración de chatbot.

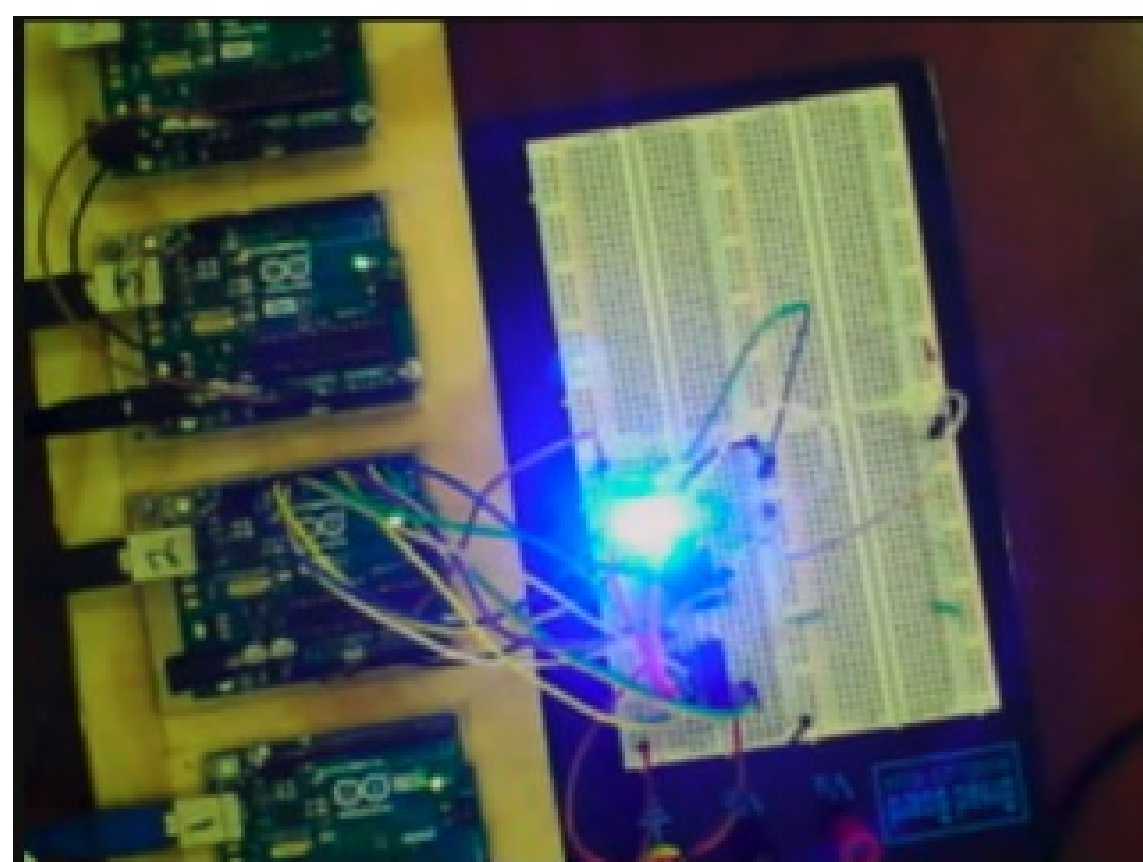
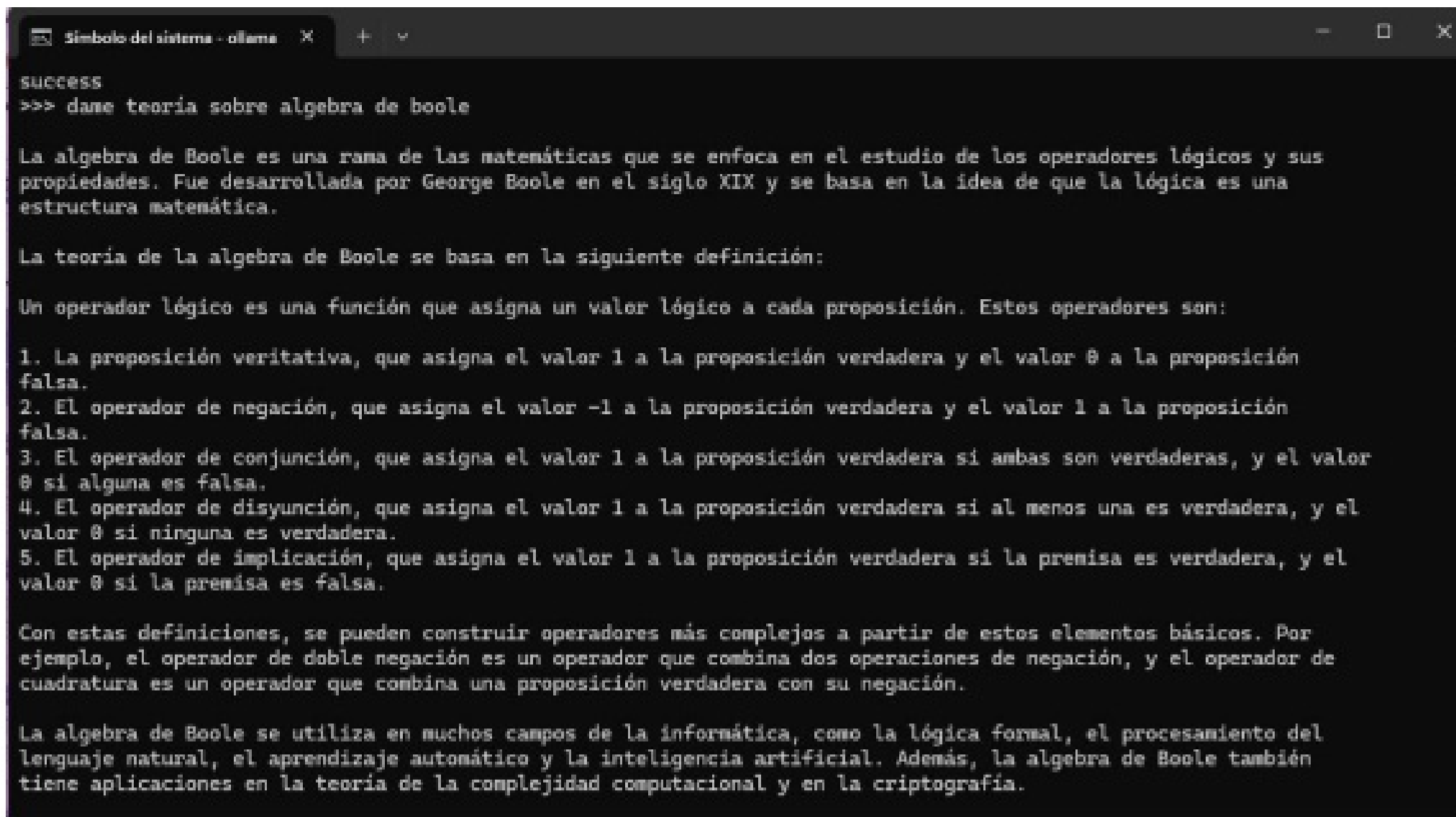


Fig. 8: Imagen del laboratorio remoto operando.

Resultados

Durante la ejecución de las prácticas se obtuvieron resultados altamente satisfactorios. Al comparar las sesiones presenciales con las realizadas de forma remota no se identificaron diferencias relevantes en cuanto al desempeño técnico. El proyecto tuvo como eje central la incorporación de un laboratorio remoto en la institución, lo cual facilitó que los docentes, tras recibir una capacitación de cuatro horas sobre el complejo tema de programación en Node-RED y contando ya con conoci-

mientos previos en Arduino, logran adaptarse en un lapso promedio de dos a tres días. En particular, uno de los autores de este estudio logró completar la implementación del laboratorio remoto, junto con un chatbot básico de arranque, en tan solo dos horas disponiendo ya de las interfaces de adquisición de datos y control de actuadores completamente operativas. Con la integración del chatbot se pudieron hacer las secuencias de conversación de las cuatro prácticas en la misma plataforma web, sin tener que tomar recursos que impliquen desarrollo de código textual, sino gráfico.



```

success
>>> dame teoria sobre algebra de boole

La algebra de Boole es una rama de las matemáticas que se enfoca en el estudio de los operadores lógicos y sus propiedades. Fue desarrollada por George Boole en el siglo XIX y se basa en la idea de que la lógica es una estructura matemática.

La teoria de la algebra de Boole se basa en la siguiente definición:

Un operador lógico es una función que asigna un valor lógico a cada proposición. Estos operadores son:

1. La proposición veritativa, que asigna el valor 1 a la proposición verdadera y el valor 0 a la proposición falsa.
2. El operador de negación, que asigna el valor -1 a la proposición verdadera y el valor 1 a la proposición falsa.
3. El operador de conjunción, que asigna el valor 1 a la proposición verdadera si ambas son verdaderas, y el valor 0 si alguna es falsa.
4. El operador de disyunción, que asigna el valor 1 a la proposición verdadera si al menos una es verdadera, y el valor 0 si ninguna es verdadera.
5. El operador de implicación, que asigna el valor 1 a la proposición verdadera si la premisa es verdadera, y el valor 0 si la premisa es falsa.

Con estas definiciones, se pueden construir operadores más complejos a partir de estos elementos básicos. Por ejemplo, el operador de doble negación es un operador que combina dos operaciones de negación, y el operador de cuadratura es un operador que combina una proposición verdadera con su negación.

La algebra de Boole se utiliza en muchos campos de la informática, como la lógica formal, el procesamiento del lenguaje natural, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial. Además, la algebra de Boole también tiene aplicaciones en la teoría de la complejidad computacional y en la criptografía.

```

Fig. 9: Prueba de chatbot del laboratorio remoto.

Conclusiones

El objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos en la implementación de inteligencia artificial conversacional en laboratorios remotos, de manera práctica y eficiente, fue alcanzado satisfactoriamente. Este logro se tradujo en un aprovechamiento óptimo del tiempo destinado al uso de los laboratorios, así como en el enriquecimiento de la práctica mediante la incorporación de herramientas generadoras de conocimiento, que superan las limitaciones de la simple ejecución experimental y ofrecen, además, una guía estructurada para la correcta realización de cada actividad. La simplicidad en la implementación facilitó la pronta puesta en funcionamiento de los módulos de laboratorio, lo cual potenció el aprendizaje práctico y reforzó el enfoque experiencial del TriLab, evidenciando

la viabilidad de optimizar los recursos disponibles.

De igual forma, este desarrollo otorgó a los docentes la posibilidad de innovar y perfeccionar el diseño de los laboratorios con agilidad, en consonancia con los principios del prototipado rápido. Al tratarse de una extensión de un proyecto previamente implementado en la institución, se abre la oportunidad de su aplicación en distintas modalidades de laboratorio, con la capacidad de integrarse a sistemas de adquisición de datos y controladores conectados al servidor recolector de información basado en NodeRED, además de facilitar la incorporación de inteligencia artificial mediante plataformas como *Dialogflow*, *Ollama* y *Reza*. 

Agradecimientos

La realización de este proyecto contó con el respaldo de docentes pertenecientes a la Academia de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, así como del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Nuevo León. Asimismo, el financiamiento fue cubierto parcialmente por la propia institución mediante convocatoria interna de investigación y por los profesores involucrados en su desarrollo parte del cuerpo académico “Diseño de Sistemas Mecatrónicos” vigente ante PRODEP, adicionales a los autores principales, Oscar Arreola Soria y Manuel Pérez Ruvalcaba

Referencias

Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2008, 22-25 Oct. 2008). *Towards constructivist laboratory education: Case study for process control laboratory*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th

Alonso Astruga, J. (2021). *Propuesta metodológica para el análisis y diseño de chatbots basados en texto*.

Altun, S., & Buyukduman, F. I. (2007). Teacher and student beliefs on constructivist instructional design: A case study. *Kuram Ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 7(1), 7-39.

Bochicchio, M. A., & Longo, A. (2010, 5-7 July 2010). *Extending LMS with Collaborative Remote Lab Features*. Paper presented at the Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on.

Calle Morales, D. M., & Narváez Miranda, E. D. (2022). *Desarrollo de un plugin de recomendaciones tipo chatbot orientado a estudiantes para la plataforma Moodle*.

Castillo, A., Ortegón, J., Vázquez, J., & Rivera, J. (2014). Virtual Laboratory for Digital Image Processing. *Latin America Transactions, IEEE (Revista IEEE America Latina)*, 12(6), 1176-1181. doi: 10.1109/TLA.2014.6894017

Dávila, C. Á. (2023). Uso del Laboratorio Remoto como herramienta didáctica para la formación de habilidades científicas de los futuros profesionales de la docencia en educación primaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 10301-10320.

Dias, F., Miguens Matutino, P., & Barata, M. (2014, 26-28 Feb. 2014). *Virtual laboratory for educational environments*. Paper presented at the Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2014 11th International Conference on.

Díaz Condori, D. N. (2024). *Diseño de una plataforma IoT basado en Google Sheet para el monitoreo remoto de las vibraciones de un motor Asíncrono de 250 hp de una máquina Raise Boring*.

Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM: componentes didácticos para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 21(2), 29-42.

El aprendizaje de calidad | UNESCO. (2025, diciembre 23). <https://www.unesco.org/es/quality-learning>

García, M. E. M. (2024). Transformando la educación: Exportando innovación tecnológica desde México. *Expresión ES UVM*, 12(2).

Haddish, I. (2012, 7-9 Sept. 2012). *Next generation e-education: Bringing fully-interactive content into university labs & classrooms*. Paper presented at the Games Innovation Conference (IGIC), 2012 IEEE International.

Hristov, G., Zahariev, P., Bencheva, N., & Ivanov, I. (2013, 30-31 May 2013). *Designing the next generation of virtual learning environments*; *Virtual laboratory with remote access to real telecommunication devices*. Paper presented at the EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), 2013 Proceedings of the 24th.

Ismael, G. Z. Diseño de asistentes virtuales tipo CHAT-BOT. *Espacios de comunicación*, 371.

Jáuregui, M. G. *Ciencia, ética e IA: un decálogo para una integración responsable*.

Konak, A., Clark, T., & Nasereddin, M. (2013, 9-9 March 2013). *Best practices to design hands-on activities for virtual computer laboratories*. Paper presented at the Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2013 IEEE.

Lora, M. A. M., & Santorum, S. G. (2023). Tendencias en el uso de recursos y herramientas tecnológicas educativas en la Educación Superior de la República Dominicana. Revisión sistemática de literatura. *Etic@net: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 23(1), 116-137.

Novellan, M. (2024). *Propuesta de laboratorio virtual-remoto para prácticas de sistemas de automatización en el TESCO*.

Ornelas, F. G. (2020). Diseño e implementación de un asistente virtual (chatbot) para ofrecer atención a los clientes de una aerolínea mexicana por medio de sus canales conversacionales. *Infotec Posgrados*, 63.

Ortiz, J. S., Villalobos, M. A. M., Porras, M. B., & Parada, T. V. C. (2023). Experiencia de diseño e implementación de un módulo de laboratorio con acceso en forma remota para la realización de prácticas experimentales en la temática de control de velocidad de un motor en corriente continua. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*.

Pérez Santana, M. (2023). *Diseño y desarrollo de un chatbot con gestión de memoria usando GPT* (Bachelor's thesis).

Quiroz Martínez, M. Á., Mora Mora, J., Medina Gruezo, J., & Leyva Vázquez, M. Y. (2020). Modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos: análisis de los factores críticos de éxito en el desarrollo de chatbots. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 64-72.

Tatli, Z., & Ayas, A. (2012). Virtual Chemistry Laboratory: Effect of Constructivist Learning Environment. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(1), 183-199.

Wei, C., & HongTao, W. (2012, 21-23 April 2012). *Scheme design of Mechanical Design Virtual Laboratory based on component*. Paper presented at the Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2012 2nd International Conference on.

Aplicaciones Educativas en la Enseñanza de Física y Matemáticas en el Bachillerato: una Evaluación de su Usabilidad y la Experiencia del Docente

Autores:

Garcés Madrigal, Antonio Martín
Martínez Ramírez, Selene Marisol
Damián Zamacona, Juan Ricardo
Lelis García, Citlali Ivette

ORCID: 0009-0003-1026-6187
ORCID: 0000-0002-5655-9477
ORCID: 0009-0003-9185-9477
ORCID: 0009-0003-1956-2900

RESUMEN: La enseñanza de Física y Matemáticas en el bachillerato mexicano enfrenta retos significativos. Los índices de reprobación como indicador clave reportan tasas entre el 17% en Matemáticas y el 30% en Física en periodo ordinario, y que se disparan hasta el 80% y 90% en los exámenes extraordinarios (Escuela Nacional Preparatoria, 2022); desafíos que se ven agravados por una insuficiente infraestructura especializada y una numerosa población estudiantil. Esta realidad refleja que solo el 25% de los alumnos eligen áreas científicas para su desarrollo profesional.

El Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) y Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) han abordado estas problemáticas por medio de investigaciones educativas en el contexto de los planteles del bachillerato. De estas han surgido diversas soluciones como el uso de esquemas de enseñanza transversal, la producción de contenidos específicos y el desarrollo de herramientas modernas para el entorno educativo mixto que se alojan en plataformas-repositorio en línea con el fin de promover ubicuamente el desarrollo de conceptos, la autogestión del alumno, así como, para elevar el nivel de enseñanza y disminuir la carga educativa de los docentes.

Estas soluciones se consolidan por medio de diplomados y cursos de formación docente para que puedan ser trasladadas al aula y validar sus efectos en la enseñanza. Como parte de estas acciones se reporta en el contexto del proyecto PAPIME PE113524 una evaluación de la usabilidad y la experiencia del docente con la Súper Aplicación Aula Conecta desarrollada para estos fines.

PALABRAS CLAVE: innovación educativa, bachillerato UNAM, usabilidad, TIC en educación, rendimiento académico, formación docente.

ABSTRACT: Physics and Mathematics education in Mexican high schools faces significant challenges. Failure rates reach 17% in Mathematics and 30% in Physics during regular terms, soaring to 80-90% in extraordinary exams (ENP, 2022). These issues are exacerbated by insufficient specialized infrastructure and large student populations, resulting in only 25% of students choosing STEM fields. To address this, ICAT and ENP at UNAM have conducted educational research within high school settings. Solutions include transversal teaching schemes, specialized content production, and modern digital tools hosted on online repositories. These resources promote ubiquitous conceptual development and student self-management while reducing faculty workload. These strategies are consolidated through teacher training diplomas to validate classroom impact. Within the PAPIME PE113524 project, this study reports a usability and user experience (UX) evaluation of the "Aula Conecta" Super App, specifically designed for these educational purposes."

Introducción

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ofrece 132 carreras, sin embargo, el 70.28% de las solicitudes de ingreso se concentran en solo 15 licenciaturas (Universidad del Valle de México, 2025), de las cuales ninguna corresponde a las áreas de ciencias e ingeniería. Asimismo, la elección de carrera de los estudiantes está fuertemente influenciada por los profesores y las asignaturas cursadas en el bachillerato (Cárdenas Chávez S. et al., 2021). Consecuentemente, un alto índice de reprobación en asignaturas de ciencias o matemáticas en la preparatoria puede reducir la posibilidad de atraer y desarrollar talento en estos campos formativos de interés.

Adicionalmente, es fundamental reforzar la enseñanza de ciencias en el bachillerato debido a su impacto directo en el éxito universitario. Por ejemplo, en carreras de alta demanda como Medicina, la asignatura de Fisiología, altamente relacionada con Física y Matemáticas, registra un 50% de reprobación en los primeros años (Facultad de Medicina, 2012), interrumpiendo el trayecto académico de muchos de los estudiantes debido a la estructura curricular de sus asignaturas.

Para abordar estos problemas se desarrolla el proyecto PE-113524, enfocado a aplicar y evaluar metodologías de enseñanza y recursos tecnológicos para mejorar la enseñanza en Física y Matemáticas. Dentro de esta iniciativa

se establece la colaboración entre un grupo de docentes de la ENP y académicos del ICAT. A partir de estos trabajos al interior de los planteles se determinan las necesidades asociadas al proceso de enseñanza y aprendizaje y las temáticas con mayores problemas e índices de reprobación.

Con estos elementos y una serie de recursos tecnológicos y metodologías desarrolladas por el ICAT a lo largo de diversos proyectos y bases de colaboración institucional con el bachillerato universitario, se estructura un Diplomado de formación docente de 125 horas, en el cual se establecen dinámicas de enseñanza transversal para el entorno mixto para el uso de estos recursos que el ICAT pone a disposición de las instituciones educativas que se asocian en los proyectos. El diplomado consta de seis módulos donde se abordan los temas y conceptos con mayor dificultad para los estudiantes, dentro de los que se encuentra la Mecánica Clásica, las Ondas Mecánicas, la Óptica Geométrica, el Electromagnetismo, además, otros recursos para el desarrollo de competencias y habilidades de apoyo para la enseñanza de estas asignaturas como la Instrumentación Electrónica de Laboratorio y la Inteligencia Artificial Generativa.

Como resultado de las actividades impartidas los docentes se comprometen a desarrollar y aplicar dos secuencias didácticas ante sus grupos, para que progresivamente se vayan apropiando de los recursos y metodologías

impartidos, entre estos se encuentra la Súper Aplicación Aula Conecta ICAT.

La Súper Aplicación ha sido llevada al proceso de enseñanza enfocándola al entorno educativo mixto y se encuentra alojada en una plataforma y repositorio en línea (<https://diplomadofisica.ddns.net>). La aplicación se somete dentro de este proyecto a una valoración de su proceso de mejora y adaptación continua, que busca dar una mayor satisfacción a los requerimientos para la docencia de los docentes del bachillerato asociados a estos proyectos. De esta forma, la aplicación ha sido nuevamente escalada en sus prestaciones, por lo que es necesario enfocar esfuerzos para evaluar su uso con los docentes y mejorar su experiencia de uso y potenciar su aplicación en la enseñanza de Física y Matemáticas.

Metodología

Dentro de las actividades realizadas en el Diplomado se colaboró con nueve docentes de Física y Matemáticas de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, para la evaluación de la aplicación y la Experiencia de Usuario (UX), la cual se dividió en dos fases, la primera mediante la colaboración con estos nueve usuarios para el uso de la Súper Aplicación y una segunda mediante un proceso de evaluación con expertos en UX adscritos al ICAT.

Los instrumentos de recopilación utilizados fueron:

Cuestionario de impacto en la docencia, realizado posteriormente al desarrollo de las actividades de introducción a los recursos, instrucción guiada de su uso y la realización autónoma de las actividades con la aplicación por parte de los docentes. Además, dentro de las actividades desarrolladas en el diplomado se impartió a los usuarios una plática para el llenado de los instrumentos correspondientes.

El Cuestionario de Sistema de Escalas de Usabilidad, SUS por sus siglas del inglés (*System Usability Scale*) (Brooke, 1996 y 2013) y un cuestionario de percepción (satisfacción, facilidad de uso, etc.).

Posteriormente, un grupo de expertos en UX del ICAT aplicaron los criterios de Scapin y Bastien (1997), las reglas de oro de Shneiderman (2016) y los patrones de diseño de Tidwell (2010) para la evaluación de la aplicación.

Resultados

Contexto, impacto en la docencia y percepción del Diplomado

Para la evaluación de esta fase se aplicó un formulario dirigido específicamente a cuestiones sobre la percepción de los docentes en el impacto de su proceso de enseñanza y sobre las actividades del Diplomado. El resultado de esta evaluación se resume en las Tablas 1 a 9.

Tabla 1:Edad de la población participante en el estudio remoto.

Edad	Menos de 30	30 a 40	Más de 50
Distribución	22%	56%	22%

Tabla 2: Distribución por género de la población.

Género	Hombre	Mujer
Distribución	56%	44%

Tabla 3: Experiencia docente de los participantes en el estudio.

Años de experiencia docente	Menos de 5	5 a 10	11-20	Más de 20
Distribución	22%	0%	56	22%

Aplicación y metodologías

Tabla 4: Claridad en la exposición de los contenidos del Diplomado.

Percepción	Muy Claras	Claras	Moderadamente claras	Poco claras	Nada claras
Distribución	45%	44%	11%	0%	0%

Tabla 5: Oportunidades de mejora en el proceso educativo que perciben los docentes.

Oportunidades para la enseñanza	Más tiempo de clase	Participación del alumno	Desarrollo de competencias	Adaptabilidad al ambiente mixto	Autogestión	Trabajo colaborativo	Desarrollo de conceptos
Distribución	78%	67%	57%	89%	88%	78%	67%

Tabla 6: Tiempo para aplicar las metodologías y recursos en su docencia.

Cuando las aplicaría	Inmediato	Gradualmente	Valorar su aplicación	Poco probable	Nada probable
Distribución	45%	56%	0%	0%	0%

Tabla 7: Oportunidad de innovación en el proceso educativo de los docentes

Innovación en su docencia	Aumentó significativamente	Aumento moderadamente	Se mantuvo	Disminuyó ligeramente	Disminuyó significativamente
Distribución	78%	22%	0%	0%	0%

Tabla 8: Valoración percibida sobre los de los recursos y metodologías.

Aspectos de valor	Fundamentos y metodologías	Prácticas desarrolladas	Mejora de la infraestructura educativa	Colaboración docente	Mejora de experiencias en el aula
%	56%	100%	67%	77%	67%

Tabla 9: Satisfacción con la experiencia de formación docente.

Satisfacción con el Diplomado	Muy satisfecho	Satisfecho	Moderadamente satisfecho	Poco satisfecho	Nada satisfecho
Distribución	89%	11%	0%	0%	0%

Usabilidad

La evaluación de usabilidad con usuarios se realizó con la Súper Aplicación dentro del sitio web del proyecto PAPIME PE-113524, específicamente en los apartados de Lab. Modelado y Lab. Medición, usando para ello instrumentos diseñados para medir el nivel de usabilidad, como el cuestionario SUS

(Brooke, 1996 y 2013), y la percepción de los usuarios frente a diversos aspectos de la aplicación.

Cuestionario de usabilidad SUS

Se aplicó el cuestionario de usabilidad SUS a los usuarios de la aplicación, obteniendo así los resultados mostrados en la Figura 1.

**Fig. 1:** Resultados del cuestionario de usabilidad SUS.

De acuerdo con la escala de Jeff Sauro (ver Figura 2), la calificación obtenida de 74.72 se encuentra en el rango de Aceptable. La puntuación de 74.72 se

traduce en una calificación de grado C, lo cual indica una buena calificación (Good).

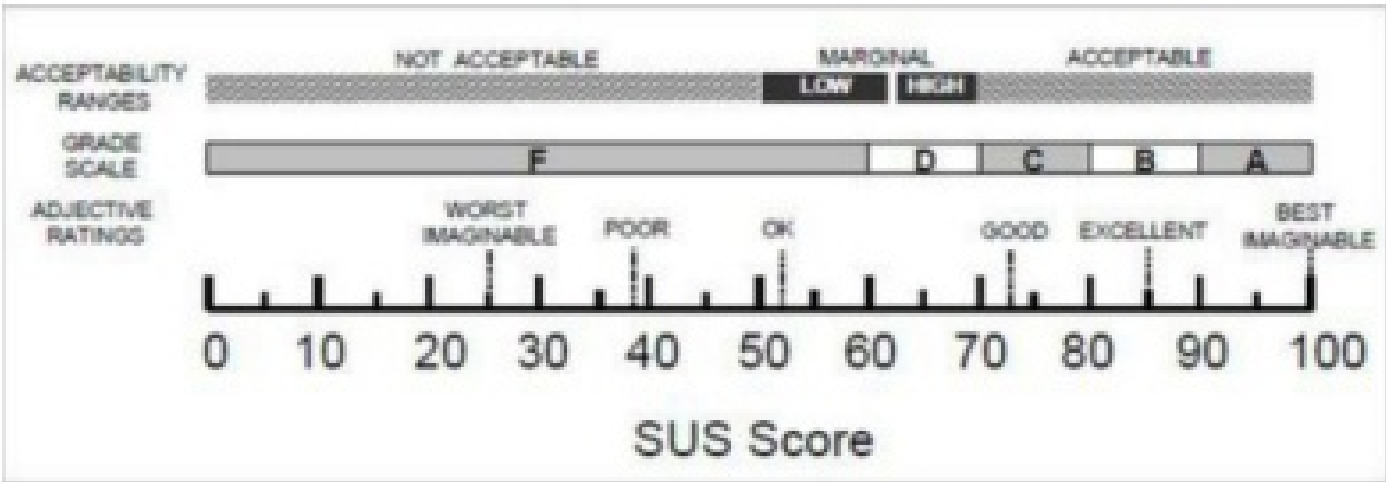


Fig. 2: Clasificación de calificaciones según el puntaje SUS. (Brooke, 2013, tomado el 10 de septiembre de 2024 de https://uxpajournal.org/wp-content/uploads/sites/7/pdf/JUS_Brooke_February_2013.pdf).

Cuestionario de percepción de los usuarios

En la Tabla 10 se presentan resumidos los resultados obtenidos en el cuestionario de percepción. En cada caso,

los usuarios indican el nivel de percepción de diversos aspectos del sistema, usando una escala que va de 0 a 9, donde 0 indica la calificación más baja, mientras que 9 indica la calificación más alta.

Tabla 10: Resumen de la evaluación de usabilidad con usuarios.

Usabilidad con usuarios	
Criterio	Puntaje
La aplicación te parece frustrante o satisfactoria.	8.22
El uso de la aplicación fue difícil o fácil.	7.56
La organización de la pantalla fue útil siempre o nunca.	8.33
La cantidad de información que se muestra en pantalla es inadecuada o adecuada	8.44
La distribución de la información que se muestra en pantalla fue ilógica o lógica	7.67
El uso de la terminología en la aplicación fue inconsistente o consistente	8.56
Aprender a usar la aplicación fue difícil o fácil	7.44
Los pasos por actividad fueron demasiados o los necesarios	7.67
Los pasos ayudan a completar una actividad siguiendo una secuencia, nunca o siempre	8
Las letras en pantalla fueron difíciles o fáciles de leer	8.22
La forma de las letras fue apenas claras o muy claras	8.78
Los colores usados fueron desagradables o agradables	8.56
Los campos de texto y botones fueron apenas claros o muy claros	8.33
El acomodo de los elementos en la pantalla apoya la realización de actividades nunca o siempre	8

Evaluación de usabilidad con expertos

La evaluación de usabilidad con expertos se realizó a la Super aplicación, dentro del sitio web del proyecto PAPIME PE-113524, específicamente en los apartados de Lab. modelado y Lab. medición, tomando en cuenta los criterios ergonómicos de visualización

de información de Scapin y Bastien (1997), las reglas de oro de Shneiderman (2016) y los patrones de diseño de Tidwell (2010).

En la Tabla 11 se reportan las observaciones realizadas al sitio por parte de expertos en evaluación de usabilidad del ICAT.

Tabla 11: Resumen de la evaluación de usabilidad por expertos.

Evaluación por expertos		
Pantalla de inicio		
Nota		Recomendación
1	La pantalla tiene problemas de guía al no mostrar una clara jerarquía respecto a la interacción esperada por el usuario	Aumentar el tamaño del título de la página principal y colocar la palabra "Instrucciones" dentro del recuadro
2	La pantalla tiene problemas de guía al no estar clara la funcionalidad del botón con una flecha apuntando hacia la izquierda	Incluir la palabra "Volver a la pantalla anterior", o alguna variante similar
3	El menú de selección de aplicaciones no tiene un orden o agrupamiento evidente	Utilizar algún orden o agrupamiento en el listado de aplicaciones
4	El menú de selección de aplicaciones permite seleccionar nuevamente la aplicación en la que el usuario se encuentra actualmente, requiere indicación o cambio en la interfaz	Utilizar algún elemento visual, tal como un fondo resaltado o un color de fuente distinto, para indicar claramente al usuario la aplicación en la que se encuentra
5	Al cambiar entre aplicaciones, el menú de "Listado de aplicaciones" permanece abierto, requiriendo que el usuario deba cerrarlo manualmente	Ocultar el listado de aplicaciones una vez que se ha seleccionado una aplicación
Lab. de Modelado		
1	La pantalla tiene problemas de consistencia al utilizar tipografías distintas al resto de aplicaciones	Uso de fuente única
2	No está clara la funcionalidad del texto "Indica la práctica:"	Sustituir dicho texto por alguno que informe al usuario su funcionalidad
3	La distribución por columnas de las diferentes secciones de la pantalla no permite mostrar un flujo evidente de interacción del usuario	Cambiar la distribución de las secciones a una única columna, preservando el orden en el que las actividades deben ser completadas
4	Los caracteres especiales, como la letra "ñ" o vocales acentuadas han sido reemplazadas por caracteres inválidos	Utilizar el sistema de codificación adecuado (UTF-8)
5	No es clara la funcionalidad de los botones "Grande", "peque o", "Normal", "<<" y ">>"	Sustituir el nombre de los botones "<<" y ">>" por texto que indique al usuario su funcionalidad, por ejemplo, "avanzar el video"

6	Algunos videos del listado, como "CaidaLibre2", tienen un tamaño mayor al espacio reservado para su apartado	Utilizar un tamaño de video que se adapte al tamaño del monitor del dispositivo
7	La sección de "Video de la práctica" tiene problemas de densidad de información	Eliminar el texto que no aporta información relevante para el usuario
8	La entrada de datos de la sección "Captura de datos" muestra un mensaje emergente que el usuario debe cerrar manualmente para capturar los datos	Eliminar completamente el mensaje emergente, de modo que se optimicen las acciones necesarias que el usuario debe realizar
9	El campo de texto de la sección "Captura de datos" permite ingresar texto plano sin ningún formato	Deshabilitar la entrada por teclado de modo que valores ingresados sean aquellos introducidos por medio de la función de "doble click"
10	La descarga del archivo de datos en la sección "Captura de datos" puede ser optimizada	Utilizar un único botón que cree y descargue el contenido de los datos
11	En la sección "Captura de datos", al ingresar manualmente el campo de texto se pierde la funcionalidad del "doble click"	Deshabilitar la entrada por teclado en dicho campo de texto e incluir opciones para que se puedan ingresar manualmente las coordenadas
12	La sección "Mide distancias" tiene problemas de guía al no indicar el estado de la medición previo a seleccionar dos puntos en el video	Incluir un mensaje que indique claramente al usuario que se requiere de su entrada para visualizar la información
13	El botón "Borra y nuevo" de la sección "Graficación de datos"	Asegurarse de que dicho botón realiza la tarea indicada
14	En la sección "Modelado teorico del fenomeno estudiado [...]", las instrucciones forman parte del título de la sección	Sustituir el título de la sección por "Modelado teórico del fenómeno estudiado" e incluir el texto "inserta tu ecuación y presiona el botón 'dibujar'"
15	En la sección "Modelado teórico del fenómeno estudiado [...]", no está claro el formato en el que las ecuaciones deben ser ingresadas.	Incluir un texto describiendo el formato o lenguaje utilizado para ingresar las ecuaciones
16	En la sección "Modelado teórico del fenómeno estudiado [...]", al introducir una ecuación en un formato no válido, el botón "Dibujar" no realiza ninguna acción evidente	Incluir mensajes de error para que el usuario pueda identificarlo y corregirlo
17	Algunas preguntas en la sección "Cuestionario de la práctica" contienen faltas de ortografía	Cuidar la ortografía de las preguntas
18	En la sección "Respuestas al cuestionario", la descarga del archivo de respuestas puede ser optimizada	Utilizar un único botón que cree y descargue el contenido de las respuestas
19	En la sección "Toma notas en el cuaderno", las instrucciones forman parte del título de la sección	Sustituir el título de la sección únicamente por "Notas en el cuaderno"
20	El botón "confirma escritura" muestra el texto ingresado, pero no lo incluye como parte de las notas	Asegurarse de que el botón "confirma escritura" realice las tareas esperadas
21	En la sección "Toma notas en el cuaderno", la descarga del archivo de notas puede ser optimizada	Utilizar un único botón que cree y descargue el contenido de las notas ingresadas
22	No está clara la funcionalidad "Saving an image"	Indicar claramente la funcionalidad de dicha sección

Discusión

Interpretación de los resultados. En la fase con usuarios, con respecto al impacto a la docencia y la experiencia del Diplomado, se observa que la totalidad de las valoraciones se ubican en los dos principales aspectos positivos de los formularios (entre el 67% y el 100%), mostrándonos algunos rubros de oportunidad para la mejora de la actividad de formación, por ejemplo, con respecto al desarrollo de conceptos, de competencias y el abordaje de la metodología.

En cuanto a la evaluación de la UX con usuarios se observa la necesidad de una revisión sobre los puntos que reportaron valoraciones menores a 8, que se centran en la facilidad de uso asociados a la distribución y número de pasos, sin dejar de considerar por ello los aspectos que aún quedan por debajo del nivel deseable (nueve).

De las Tablas 10 y 11 se nota que las observaciones de los usuarios quedan en línea con la evaluación realizada por los expertos en UX del ICAT, esto es, que la mayoría de las observaciones también se enfocan en disminuir la complejidad (número de pasos a realizar en los procesos) o incluir elementos de apoyo en las instrucciones y leyendas de la aplicación para que los usuarios puedan utilizar la Súper Aplicación con mayor seguridad. Estas interpretaciones se conectan de forma congruente con el puntaje de 74.72 arrojado por el cuestionario SUS.

Conclusiones

La Súper Aplicación muestra una usabilidad sólida y representa una oportunidad para la innovación y la mejora del proceso de enseñanza en ciencias en el entorno educativo mixto, proporcionando una infraestructura educativa con prestaciones modernas que son bien aceptadas por los docentes. Asimismo, el Diplomado de formación aborda adecuadamente las problemáticas de la enseñanza de Física y Matemáticas exploradas dentro de los planteles del bachillerato universitario, lo que puede en consecuencia redundar en aumento de la calidad del proceso educativo, y por ende apoyar en la disminución de los índices de reprobación y en el aumento en la inclinación de los estudiantes por estas áreas de formación profesional.

La actividad de formación docente presenta un excelente escenario para la evaluación del proceso de mejora continua de la Súper Aplicación, la que fue bien recibida en este escalamiento por los docentes en sus diferentes aspectos, respaldada esta percepción por el puntaje “C” obtenido en el cuestionario SUS y la observación participante realizada por los instructores durante las actividades del Diplomado, lo que facilitará que los docentes la puedan llevar de forma autónoma al aula. Sin embargo, deberán ser atendidas en la próxima versión de mejora las observaciones y recomendaciones realizadas por expertos para llevar su nivel de usabilidad al grado de excelencia. 

Agradecimientos

Este Trabajo fue realizado con el apoyo del Programa UNAM DGAPA PAPIME PE-113524.

Agradecemos también la participación en el proyecto a los profesores de la ENP: María Eugenia Bautista Bazán, Miguel Castro Libreros, Gabriela Reyna García, Karla Arlen Ortiz Soto, Alberto Domínguez Ríos, Cesáreo Ruíz Escamilla, Javier Padilla Robles, Martha Alicia Molero Milo, Pablo Maza Cantellano, Sinhué García Flores.

Soporte en la evaluación de UX. Néider Sánchez Reza

Referencias

Brooke, J. (1996). *SUS: A quick and dirty usability scale. Usability Evaluation in Industry/* Taylor and Francis.

Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. *Journal of usability studies*, 8(2)

Bastien, J. y Scapin, D. (1997). *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces* (versión 2.1). INRIA.

Cárdenas Chávez, S., Hernández Reyes, F., & Piña Gutiérrez, M. E. (2021). Factores que inciden en la elección de una carrera universitaria. *PsicoEducativa: reflexiones y propuestas*, 7(13). <https://psicoeducativa.iztaca.unam.mx/revista/index.php/rpsicoedu/article/download/128/382/642>

Shneiderman, B., et all. (2016) *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*: (6° ed.) Pearson.

Tidwell, J. (2010) *Designing Interfaces* (2° ed.) Sebastopol, California: O'Reilly Media.

Universidad del Valle de México. (2025, 10 de abril). *¿Cuáles son las carreras con mayor demanda en universidades públicas en 2025?* Blog UVM. <https://blog.uvm.mx/carreras-con-mayor-demanda-en-universidades-publicas>

Universidad Nacional Autónoma de México. Escuela Nacional Preparatoria. (2022). *Informe de Gestión 2018-2022*. http://enp.unam.mx/assets/pdf/planDesarrollo/informeGestion_2018_2022.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina. (2012). *Informe de Actividades 2008-2012*. https://www.facmed.unam.mx/_documentos/informe/2011/pdfs/001.pdf

Educación y Tecnología

EDyT



SOMECE

Sociedad Mexicana de Computación en la Educación, A.C.
www.somece.org.mx