

MICROCELL COMO APOYO A LOS FUTUROS INGENIEROS

MICROCELL AS SUPPORT FOR FUTURE ENGINEERS

C. García Franchini¹
M. Alvarado Arellano²
M. P. Torrijos Muñoz³
J. V. Flores Flores⁴

RESUMEN

Las actividades de selección son fundamentales en las Instituciones de Educación Superior (IES), ya que garantizan el acceso a los estudiantes más preparados, maximizando así sus probabilidades de éxito académico. Si bien se ofrecen cursos propedéuticos para subsanar deficiencias curriculares, su eficacia se ve limitada por la sobrecarga de contenidos y la brevedad de los periodos. Ante esta problemática, el equipo de investigación propone el proyecto *MicroCell*, un recurso permanente de contenidos propedéuticos que trasciende la temporalidad de los cursos tradicionales. Los *MicroCells* estarán disponibles en línea de forma abierta y continua, permitiendo a los estudiantes abordar sus necesidades de aprendizaje en el momento oportuno a lo largo de todo su currículo escolar. El presente trabajo explora las bases teóricas del proyecto *MicroCell*, su estructura pedagógica y sus contenidos, ofreciendo una solución innovadora para optimizar el acceso y el rendimiento académico de los estudiantes en la Educación Superior.

ABSTRACT

selection activities are fundamental in Higher Education Institutions (HEIs), as they ensure access to the most prepared students, thereby maximizing their chances of academic success. While preparatory courses are offered to address curricular deficiencies, their effectiveness is limited by content overload and the brevity of the periods. Faced with this problem, the research team proposes the *MicroCell* project, a permanent resource of preparatory content that transcends the temporality of traditional courses. *MicroCells* will be available openly and continuously online, allowing students to address their learning needs at the opportune moment throughout their entire academic curriculum. This paper explores the theoretical foundations of the *MicroCell* project, its pedagogical structure, and its contents, offering an innovative solution to optimize access and academic performance for students in Higher Education.

ANTECEDENTES

El acceso a la educación superior tecnológica, específicamente a los campus del Tecnológico Nacional de México [TecNM], se rige por un proceso de selección que busca garantizar la preparación adecuada de los aspirantes para enfrentar los desafíos académicos de sus futuras carreras. Este proceso, centrado en la evaluación de conocimientos matemáticos y de dominio del lenguaje, se lleva a cabo mediante un examen de selección de opción múltiple o la aprobación de un curso propedéutico, de reforzamiento o curso cero.

El examen de selección, eje central de este proceso, clasifica a los aspirantes según su desempeño, seleccionando a los de mayor puntaje hasta completar la capacidad de absorción de cada plantel. Subyace a este método la hipótesis de que una calificación alta en el examen

¹ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla.
cgfranchini@gmail.com

² Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. maraare@yahoo.com

³ Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla.
patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx

⁴ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla.
josevictor.flores@puebla.tecnm.mx

se correlaciona con una mayor probabilidad de éxito académico, reflejada en la disminución de la deserción y la reprobación.

Sin embargo, esta lógica, aunque intuitiva, presenta desafíos. La no admisión de un aspirante puede generar un impacto negativo en su vida, obligándolo a buscar otras opciones, como trasladarse a otro campus con plazas disponibles. Para mitigar este impacto y brindar una oportunidad a los aspirantes que no lograron ingresar en primera instancia, muchos planteles ofrecen cursos complementarios, conocidos como propedéuticos, de reforzamiento o cursos cero. Estos cursos, según su temporalidad, cumplen dos objetivos principales:

1. Acciones positivas de preparación para el examen de selección: los cursos ofrecidos antes del examen buscan mejorar el desempeño de los aspirantes, brindándoles herramientas y conocimientos para afrontar la prueba con mayor seguridad.
2. Apoyo a estudiantes de nuevo ingreso: los cursos impartidos después del proceso de selección, ya con los estudiantes admitidos, se centran en reforzar sus habilidades y conocimientos para reducir la deserción y la reprobación en las diferentes carreras.

La problemática detectada con las acciones propedéuticas es que los contenidos necesarios en dichos cursos abarcan temáticas que hacen un barrido de los contenidos de bachillerato principalmente del área matemática y en casos adicionales aspectos de lenguaje y lecto-escritura, y adicionalmente en algunos casos contenidos básicos de las carreras elegidas. Los temas matemáticos comprendidos abarcan: aritmética, álgebra, geometría, geometría analítica, trigonometría, estadística básica y precálculo, entre otros. Los resultados obtenidos por los estudiantes no siempre reflejan una mejora significativa en su rendimiento académico, lo que plantea interrogantes sobre la pertinencia y el diseño de estos cursos intensivos.

Asimismo, es importante explorar alternativas y complementos a los cursos propedéuticos tradicionales para estudiantes con diferentes niveles de desempeño. Estas iniciativas pueden brindar un apoyo más individualizado y adaptado a las necesidades de cada estudiante, fomentando su autonomía y su capacidad de aprendizaje, aplicable tanto a las acciones propedéuticas en los planteles del TecNM, así como en las instituciones educativas de nivel superior en lo general. Es importante mencionar, como dato primario, que al declararse la etapa pandémica y el inicio del proyecto *MicroCell*, el TecNM registró 610,470 estudiantes y 29,600 profesores (TecNM, 2020) dentro de los 4'931,200 de estudiantes de licenciatura del sistema educativo nacional (ANUIES, 2020) y que en el proceso de selección del 2022 se presentaron 164,877 aspirantes al proceso de selección en los diversos campus del TecNM, correspondiendo aproximadamente con el 27% de su población académica inscrita (TecNM, 2022), datos que representan el punto de partida del análisis.

De manera somera la estructura del proyecto está compuesta de contenidos tipo MOOC ligados en red llamados *MicroCell* que de manera individual son autocontenidos y plantean contenidos matemáticos del Bachillerato incluida la visión de la Nueva Escuela Mexicana (SEMS, 2019) y el modelo educativo actual del TecNM (2024). El objetivo de la investigación es definir la estructura pedagógica interna general de cada *MicroCell*. Y la pregunta de investigación es ¿cuáles considerandos deben de cubrirse en sus contenidos?

El estudio se justifica porque las acciones positivas y los contenidos impactan al menos al 20% de la población actual de TecNM de manera directa, y se amplía a la población abierta

que requiera recordar conceptos o llenar lagunas de conocimiento por debilidades en su trayectoria académica. La limitación temporal implica solo considerar la estructura de contenidos matemáticos y de lecto-escritura del bachillerato de manera inicial.

METODOLOGÍA

Como señala García (2023), las escuelas dentro de sus objetivos, y en particular en la educación superior, tienen marcado el egreso de sus estudiantes bajo una promesa de éxito a lo largo del proceso educativo desde su primer punto de contacto que son las acciones propedéuticas de calidad.

Por su parte según señalan Sánchez et al. (2020) en los procesos de selección se priorizan los exámenes sobre algunas otras posibilidades, como entrevistas, prácticas y presentación de proyectos; dejando de lado habilidades que permitan fortalecer el proceso de aprender a aprender y que Bazan (2002) citando a Santoyo amplía a que también son necesarias “habilidades científicas y profesionales se debe considerar que éstas comprenden manejo de procedimientos, técnicas, algoritmos, diversos elementos de deducción y verificación de hipótesis, así como estrategias de razonamiento analógico”.

El proceso de selección y los apoyos propedéuticos deben también atender las consecuencias negativas que implica que el sustentante no cuenta con una selección positiva, por lo cual resulta importante que la institución amortigüe tales consecuencias para procesos selectivos posteriores (García, 2023; Sánchez, 2020). En cuanto a la sociedad que el egresado abordará en el futuro, no se puede omitir el hecho que la preparación debe enfocarse hacia la sociedad 4.0 y 5.0, lo que implica cambios metodológicos y nuevos mecanismos de evaluación que se orienten a perspectivas didácticas activas, socio-constructivistas, conectivistas y orientadas a la investigación, pero sobre todo al estudiante (Aguaded, 2013), para lo cual es importante tomar en cuenta las habilidades superiores del pensamiento de alto orden señaladas por Lu (2021) como *HOTS* dentro de las que se identifican: resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad.

En concordancia con Anderson *et al.* (2023), se deben de considerar los aspectos tecnológicos que han jugado un papel importante en el progreso humano de la tal forma que las nuevas tecnologías influyen a la sociedad, a sus actividades económicas y sobre todo a como se organizan y desarrollan sus procesos. En este aspecto el proceso educativo ha sufrido constantes cambios, de tal forma que han surgido nuevos esquemas exitosos (Rider *et al.*, 2021) para asegurar la calidad de la educación en todos sus niveles, pero sobre todo su rol en la sociedad del conocimiento preámbulos de la sociedad 4.0 y 5.0.

Parafraseando a Bridley (desarrollado por Dawn, 2021), la educación es un proceso en el que se debe facilitar a los practicantes principiantes el desarrollo de la autonomía para tomar sus propias decisiones basadas en comprensión, análisis y pensamiento crítico, es decir, el componente propedéutico debe tener de inicio dicha orientación. Pero también, también deben ser espacios abiertos en los que la virtualidad tiene cabida por conducto de la activación de escenarios de aprendizaje (García, 2016).

Para los estudiantes el elemento fundamental de la construcción de su conocimiento se centra en la calidad de los contenidos y de las diferentes actividades que éstos realizan y las

evidencias que generan, para atribuir significado a los contenidos que se les presentan, pero sobre todo como reflejo de su vida social y del contacto permanente con el contexto en que se encuentra inmerso de manera cotidiana, pero sobre todo con el trabajo en red, tal y como lo señala Siemens en su arranque del conectivismo (2004).

Así los contenidos del proyecto de las microcélulas deben ser elegidos respetando el currículo del bachillerato, apoyados en la estructura modificada de un MOOC llamados *MicroCell*, fundamentados en el modelo académico del TecNM, pero sobre todo considerando que los estudiantes actuales se incluyen en una generación con nuevas capacidades y competencias consideradas en los principios del conectivismo (Siemens, 2004), aceptando que el aprendizaje y el conocimiento se construyen bajo una diversidad de opiniones, propiciándolo bajo la conexión de nodos especializados y propiciando la toma de decisiones, para acercarlos a los significados dinámicos de una realidad cambiante.

El proyecto *MicroCell* se fundamenta en la necesidad constante de apoyo académico que experimentan aspirantes, estudiantes, profesores e instituciones en áreas propedéuticas de contenido matemático. Este apoyo se centra en la revisión de conocimientos olvidados, no abordados en el currículo o no comprendidos, pero esenciales para el avance en las licenciaturas del TecNM, mientras en el ámbito de la ingeniería García (2024) señala que la competencia matemática se erige como pilar fundamental, al igual que en el pensamiento y la toma de decisiones informadas en las carreras profesionales.

Desde esta perspectiva, los contenidos matemáticos deben dosificarse de manera más efectiva y abordarse, idealmente, cuando las aplicaciones y conceptos teóricos e instrumentales de la carrera lo requieran. Esto implica que el estudiante pueda acceder a los conceptos en el momento en que adquieran significado, al estar asociados a una problemática específica que debe resolver en el contexto de su carrera (*ibid.*). La visión de la educación superior demanda un enfoque que trascienda la mera revisión de contenidos. Se requiere un apoyo académico integral que fomente el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y aprendizaje autónomo. El proyecto *MicroCell* se alinea con esta visión al reconocer la necesidad de un acompañamiento continuo y personalizado para los estudiantes.

La implementación de *MicroCell* representa una estrategia innovadora para abordar las necesidades de apoyo académico de manera oportuna y contextualizada. Estas microcélulas de aprendizaje pueden concebirse como recursos educativos digitales interactivos que permiten a los estudiantes acceder a contenidos específicos de matemáticas y lenguaje según sus necesidades y ritmo de aprendizaje. Además de los contenidos, cada *MicroCell* puede incorporar actividades de autoevaluación, ejercicios prácticos y ejemplos de aplicación en diferentes contextos profesionales. De esta manera, se promueve un aprendizaje significativo y se fortalece la conexión entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica.

Para responder a la pregunta de investigación, el alcance inicial de este proyecto de investigación comprende seis etapas:

- 1) Análisis de diversas versiones de cursos propedéuticos. Que corresponde a una investigación documental y entrevistas directas con pares de diferentes IES.

- 2) Obtener contenidos de programas de matemáticas en Bachillerato general, que corresponde a una investigación documental en las principales instituciones de educación media. (SEP, 2023).
- 3) Detectar las temáticas de mayor relación con los contenidos de las carreras del TecNM, principalmente de las ingenierías. Que corresponde con una investigación documental sobre análisis de contenido de prerequisites citados en la documentación de planes y programas de las diferentes carreras del TecNM, (TecNM, 2024b).
- 4) Obtener información relacionada con los temas de matemáticas considerados dentro del examen de selección del TecNM campus Puebla y establecer su correspondencia con los prerequisites detectados en la segunda etapa. Corresponde con una investigación y revisión documental comparativa.
- 5) Considerar la información vertida por una encuesta estudiantil alrededor de uso de recursos en línea, tomada de grupos estudiantiles del Instituto Tecnológico de Puebla. Asociada a una investigación exploratoria descriptiva.
- 6) Diseño básico de la estructura de un *MicroCell*, que corresponde al diseño pedagógico asociado a las consideraciones del modelo educativo del TecNM juntamente con las características del conectivismo y las cualidades de las generaciones estudiantiles actuales y en consideración de la estructura permitida por la plataforma de OpenEdx, en dónde se integran los supuestos detectados en las investigaciones documentales de las etapas 1 a 4 como resultado y conclusiones de estas.

El desarrollo de la primera etapa se generó del contacto con profesores de distintas instituciones a través de discusiones dentro del Diplomado en enseñanza de las matemáticas de la ANFEI en su versión 2024, (ANFEI, 2024), así como entrevistas no estructuradas con profesores pares de distintas IES, obteniendo como aportaciones una lista de considerando que refleja la visión con que se debe de observar una acción propedéutica. Las etapas 2, 3 y 4 permitieron de manera crítica construir una lista temática de los contenidos comunes en las tres investigaciones documentales asociadas y que se considera deben ser integradas al proyecto de manera inicial.

Por otro lado, para la etapa 5 la encuesta se aplicó a 431 estudiantes del TecNM campus Puebla y la muestra corresponde a los alumnos de los grupos atendidos por los integrantes del equipo de investigación y que esencialmente sufrieron en el bachillerato e inicio de la licenciatura los efectos del aislamiento en la pandemia de COVID, porque se consideró importante recabar en 28 preguntas sus sentimientos sobre acciones académicas en línea en condiciones no planeadas, de tal forma que la muestra cubre más del 5% de la población atendida en el campus. Finalmente, en la etapa 6 se integró la información obtenida en las etapas previas y se redactó un documento en que se estableció la estructura que el equipo de trabajo consideró cubre las expectativas estudiantiles y los considerandos de funcionalidad y contenidos por desarrollar, con lo que se obtuvo el producto que responde a la pregunta de investigación.

RESULTADOS

A la luz de una revisión de los procesos propedéuticos, señalada en la primera etapa, y resumiendo la bitácora de discusión y aportaciones de 28 profesores de 18 IES, se detectaron acciones sobre las cuales las propias instituciones y los profesores trabajan, mismas que han sido aceptadas para este proceso de investigación como principales supuestos, coadyuvando

a dar elementos de respuesta a la pregunta de investigación:

- a. Mejorar el proceso propedéutico como una acción positiva que reduce los posibles procesos discriminatorios y que amplía las posibilidades de los aspirantes.
- b. Fortalecer el proceso de selección incrementando sus posibilidades de culminar satisfactoriamente una carrera de licenciatura tecnológica.
- c. Seleccionar los contenidos de los exámenes exploratorios y de las acciones propedéuticas considerando temáticas de matemáticas y lecto-escritura y comprensión del lenguaje, entre otras que resulten necesarias.
- d. No delimitar los procesos propedéuticos a un periodo muy corto de tiempo, evitando que la selección de contenidos deje temáticas no cubiertas.
- e. Propiciar que los estudiantes que sustentan exámenes y propedéuticos, tomen estas acciones como parte de su carrera y no solamente con un complemento del proceso de selección.
- f. No limitar los cursos propedéuticos debido a la escasez de recursos humanos y materiales disponibles por los planteles, utilizando los recursos más eficazmente.
- g. Propiciar que los contenidos sean ágiles y atractivos y resuelvan las problemáticas del contexto temporal y del lugar, tratando de evitar la catalogación de contenidos como “difíciles” o “innecesarios” relacionándolos con aplicaciones reales.
- h. Resolver la necesidad de acciones propedéuticas no solamente en los aspirantes de nuevo ingreso, sino en toda la población inscrita o incluso fuera del plantel, como acción de beneficio social.
- i. Ampliar el ámbito de las acciones positivas propedéuticas sobre conceptos olvidados, omitidos o no comprendidos ya que estas son importantes no solamente para la población del TecNM, sino también para los estudiantes de bachillerato o incluso público en general.
- j. Fortalecer la naturaleza del TecNM como una institución pública cuyo papel social implica la mejoría académica de la comunidad en general.

Adicionalmente de acuerdo con la literatura el equipo consideró se debe incluir otro punto: Considerando a Chan y Lee (2023) es importante observar que el proceso educativo del futuro cercano debe considerar la naturaleza del estudiante de la generación Z, que será de donde provendrán los docentes del futuro, cuyas cualidades provienen de ser la primera generación que crece con el acceso constante a la tecnología digital y a las redes sociales, lo que presupone una mentalidad tecnoadicta a lo digital.

Como resultado de las etapas 2, 3, y 4 se obtuvo la Tabla 1 sobre contenidos temáticos de los MicroCells y de la etapa 5, se presentan las gráficas sobre las respuestas relacionadas con la orientación de contenidos y correspondientes a las figuras 1 a 9 respectivamente, en las que existió la posibilidad de responder más de una opción, por lo que se presenta el porcentaje de cada opción de los 431 estudiantes que respondieron la encuesta sobre sus experiencias de aprendizaje en línea.

La estructura generada como resultado en la etapa 6, está asociada a la estructura definida por el estudio del sistema y potencialidades de *edX* y los considerandos obtenidos. La Tabla 2, muestra en que consiste los componentes modulares de *MicroCell*.

Tabla 1. *Contenidos vertidos por la revisión de programas y examen de selección.*

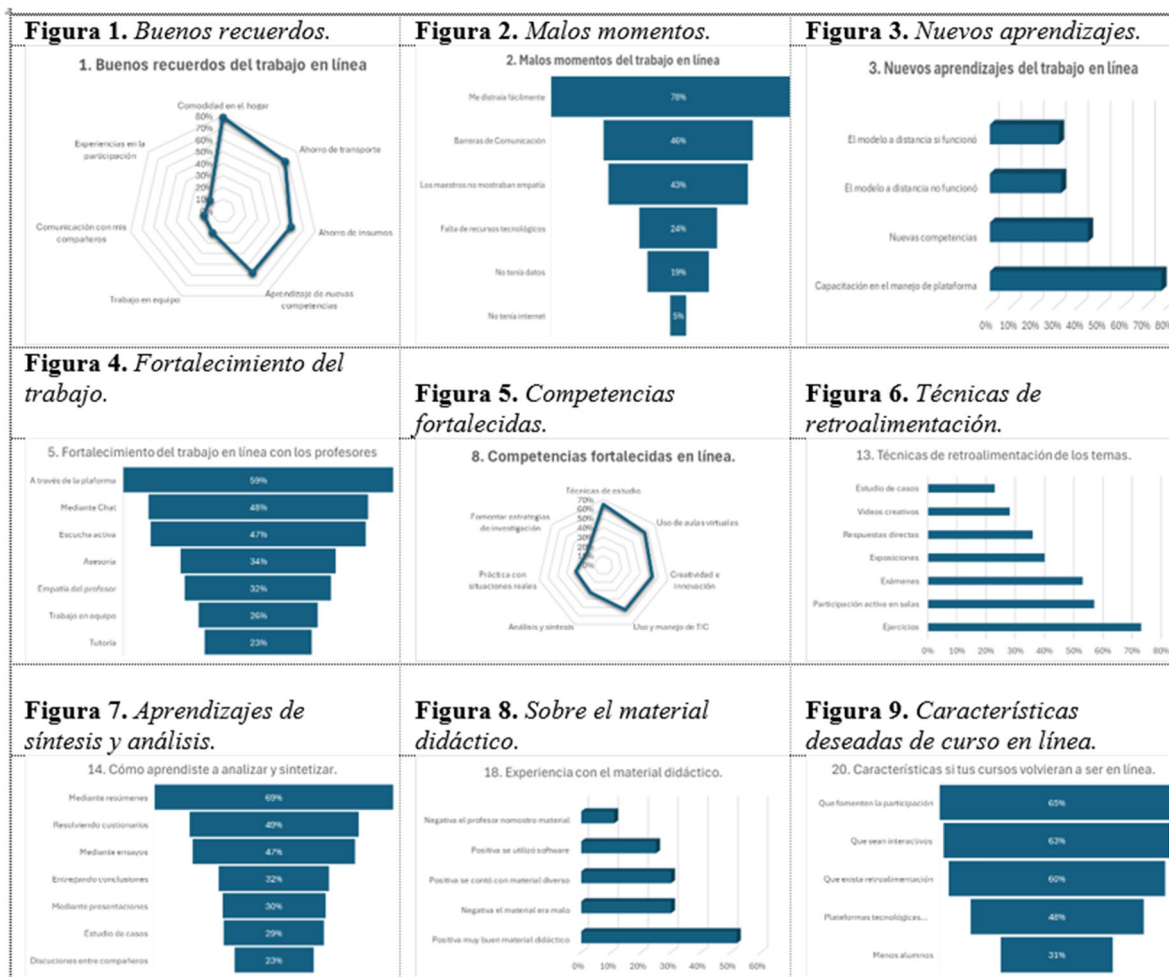
frc: Fracciones	pol: Polinomios	des: Desigualdades
apl: Aplicaciones	rai: Raíces	lim: Límites
tri: Triángulos	con: Cónicas	der: Derivadas simples
per: Perímetros	rec: Recta	rel: Relaciones
are: Áreas	car: Coordenadas cartesianas	exp: Exponentes
rec: Rectas	det: Determinantes 2x2 3x3	log: Logaritmos
ang: Ángulos	rac: Racionalización	
rva: Rectas y Ángulos	por: Porcentajes	
crc: Círculos y arcos	ryp: Razones y proporciones	Área de lecto-escritura:
mon: Monomios	suc: Sucesiones	res: Resumen
bin: Binomios	int: Intersecciones	ens: Ensayo
prn: Productos notables	fun: Funciones	ift: Informe técnico
fac: Factorización	gra: Gráficas	rep: Reporte (de práctica)
fpr: Fracciones parciales	vol: Volumen	tes: Tesis
num: Números	sem: Semejanza y homotecia	pre: presentación electrónica
ecl: Ecuaciones lineales	pit: Teorema de Pitágoras	inf: infografía
sel: Sistemas de ecuaciones lineales	tri: Relaciones trigonométricas	mme: mapa mental
ecc: Ecuación cuadrática	cie: Notación científica	mco: mapa conceptual

Tabla 2. *Componentes modulares de un MicroCell.*

- Dashboard definido por un apartado específico en la plataforma de *OpenEdx* del Instituto Tecnológico de Puebla.
- About: Presentación general, Clave del reactivo con su descripción, Ligas previas, paralelas y posteriores [prerrequisitos][paralelas][supraconceptos], CV de los autores específicos del *MicroCell*, Preguntas frecuentes, Estructura programática del tema y Sobre los certificados.
- Clave del **MicroCell**.
- Título.
- Competencias transversales y específicas o Aprendizajes esperados.
- Focalización (componente texto): el acercamiento al concepto desde los conocimientos previos del estudiante, principalmente asociada a situaciones cotidianas, contextuales y de aplicación.
- Formalización: presentación formal matemática del concepto.
- Instrumentación: diferentes presentaciones de la operatividad del concepto considerando sus posibles manipulaciones o transformaciones.
- Aplicaciones del tema: descripción y posibles ejercicios de aplicación del tema en estudio y Conclusión: desarrollo general sobre la importancia del conocimiento y operatividad del concepto relacionado con las competencias de egreso y profesionales, dirigidas hacia las aplicaciones.
- Evaluación y Encuesta de satisfacción.

Se concluyó que el enfoque de los conceptos debe contar con al menos tres componentes y desarrolladas a partir de la focalización y hasta la conclusión, dentro de los que se puede considerar las componentes: Conceptual, Contextual cotidiano, Gráfico y geométrico,

Numérico, Formal o algebraico, Instrumental u operativo y de Aplicaciones. El material debe ser autocontenido y los componentes serán en formato de texto (html), podcast (audio), diagramáticos (gráficos, imágenes, mapas conceptuales, mapas mentales) y video. El componente de evaluación consistirá en baterías de exámenes objetivos principalmente de opción múltiple de opción única, sin omitir que en la componente instrumental deberá haber ejercicios con desarrollo y solución completa y una batería de ejercicios propuestos únicamente enunciando su solución.



CONCLUSIONES

La curva de aprendizaje y desarrollo de contenidos por los integrantes del cuerpo académico de investigación se realiza por ahora de manera continua y los resultados iniciales aseguran que se cubrirán todos los elementos iniciales del proyecto *MicroCell* descrito, para aportar al desarrollo de los estudiantes e instituciones como se ha señalado en los supuestos. La tabla de contenidos corresponde con lo esperado de acuerdo con la experiencia institucional y todos son abordados dentro del examen de selección institucional y se espera cada uno de ellos represente al menos un *MicroCell*, por lo que de entrada se espera un desarrollo inicial de 51 en dos años.

De la encuesta estudiantil se obtiene más información adicional, sin embargo, el impacto directo al contenido se obtiene en las 9 con resultados mostrados en las figuras 1 a 9 seleccionadas de las 28 preguntas, en dónde destaca la comodidad en el hogar al estudiar y los ahorros que representa, de igual forma, se aprecia el fortalecimiento de las técnicas de estudio y la necesidad de realizar ejercicios y otras técnicas de práctica activa junto con la necesidad de materiales didácticos atractivos.

Los considerandos vertidos de la discusión con los profesores del Diplomado en Enseñanza de las Matemáticas de la ANFEI y las entrevistas con pares, abonan positivamente en la orientación del diseño y finalmente que éste se acopla con las necesidades actuales que se presentan en los contenidos de los bachilleratos y que didácticamente se acercarán para cubrir los nuevos requerimientos de los programas educativos y la nueva orientación de la SEP. Finalmente, el sitio *MicroCell* (IT Puebla, 2025), aún no se libera al público porque se espera incrementar sus contenidos y se visita únicamente por los integrantes del cuerpo académico de esta investigación como creadores de contenido.

Como trabajo futuro debido al aporte del análisis de validez y confiabilidad del instrumento de selección validado, es viable considerar ampliarlo a una base mayor de estudiantes y mantenerlo de manera permanente en constante evolución, ya que mediante procesos adicionales de *BigData* y de ser necesaria la Inteligencia Artificial (IA), es viable establecer la ubicación individual para plantear estrategias de apoyo que permitan solventar las deficiencias individuales que es la orientación que pretende el proyecto *MicroCell*.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguaded, J. I., López, E., & Jaén, A. (2013). University e-portfolios as a new higher education teaching method: The development of a multimedia educational material (MEM). *Universities and Knowledge Society Journal*, 10(1), 188–209. <https://doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1333>
- Anderson, R., Casabury, L., Lee, K., & Rezaee, A. (2023). What is development engineering? In *Introduction to development engineering*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3_1
- ANFEI. (2024). *Diplomado en la enseñanza de las matemáticas (versión 2024)*. <https://www.anfei.mx/noticias/diplomado-en-la-ensenanza-de-las-matematicas-fortalece-habilidades-de-docentes-de-ciencias-basicas/>
- ANUIES. (2020). *Anuario estadístico de la población escolar en educación superior, ciclo 2019–2020*
- Bazán, A., & García, I. (2002). Relación estructural de indicadores de ingreso y permanencia, y el dominio de habilidades metodológico-conceptuales en cuatro grupos de estudiantes de educación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 32(2), 105–122. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27032205>
- Chan, C., & Lee, K. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT than their Gen X and millennial teachers?

- Smart Learning Environments*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3>
- Dawn, A. M., & Golan, J. (2021). *Applied pedagogies for higher education: Real-world learning and innovation across the curriculum*
- García, C., & Alvarado, M. (2016). Una propuesta para el TecNM de educación basada en MOOC. En *Memoria del Congreso CIIDET 2016*. CIIDET.
- García, C., & Alvarado, M. (2017). Hacia un modelo de educación superior tecnológica para América Latina. En *Memoria del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017*
- García, C., & Alvarado, M. (2023). Análisis de validez de los reactivos del examen de selección. *Academia Journal Puebla*, 15
- García, C., Alvarado, M., Laguna, J. O., & Torrijos, M. P. (2024). Examen de ubicación como apoyo al proceso formativo del futuro ingeniero. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16, [eID/pp. por verificar]
- IT Puebla. (2025). *Cursos en línea del Instituto Tecnológico de Puebla*. <https://mooc.puebla.tecnm.mx/login?next=/dashboard>
- Lu, K., Yang, H., Shi, Y., & Wang, X. (2021). Examining the key influencing factors on college students' higher-order thinking skills. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00238-7>
- Rider, S., Peters, M., Hyvönen, M., & Besley, T. (2021). World-class universities: A contested concept. En *Evaluating education: Normative systems and institutional practices*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-7598-3>
- Sánchez, M., García, M., Martínez, A., & Buzo, E. (2020). El examen de ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México: Evidencias de validez de una prueba de alto impacto y gran escala. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(2), 107–128. <https://doi.org/10.15366/rie2020.13.2.006>
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023). *Programas de estudio para la generación 2023–2026 (MCCEMS)*. <https://dgb.sep.gob.mx/programas-de-estudio>
- Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS). (2019). *La Nueva Escuela Mexicana: Principios y orientaciones pedagógicas*.
- Siemens, G. (2004). *Connectivism: A learning theory for the digital age*.
- Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2020). *Sistema de indicadores básicos del TecNM: Ciclo 2019–2020*. TecNM.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2022). *Anuario resumen 2021–2022*. TecNM.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2024). *Modelo educativo del Tecnológico Nacional de México: Humanismo para la justicia social*.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2024a). *Planes y programas de estudio de las carreras de licenciatura*. <https://www.tecnm.mx/?vista=Licenciaturas>

UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE CUADROS DE MANDO

USING A BUSINESS INTELLIGENCE TOOL FOR CREATION OF DASHBOARDS

M. V. Chan Pavón¹
R. A. Cool Padilla²
T. E. Ramírez Ortigón³
M. R. Cruz Díaz⁴

RESUMEN

El uso de herramientas de inteligencia de negocios en particular el Power BI de Microsoft®, permite analizar una gran cantidad de datos en tiempo real mediante la visualización de informes interactivos. En este trabajo se extrajeron los datos de todas las vacantes publicadas en el Sistema de Bolsa de Trabajo de la Universidad Autónoma de Yucatán para la Facultad de Matemáticas. Se analizó el comportamiento de estas de 2016 a 2024. Como resultados se obtuvo un cuadro de mando o *Dashboard* (como se le conoce en inglés) con diferentes visualizaciones que contiene información de: total de vacantes, sueldo promedio, tipos de empleo, programa de estudio, mes de publicación, lugar donde se oferta la vacante y puesto ofertado por la empresa. Se observaron patrones en los meses que se publican el mayor número de vacantes siendo estos los meses de inicio de semestre por el tipo de empleo denominado prácticas profesionales, por otro lado, la mayoría de las vacantes que se ofertan son para empresas de la región. Sin embargo, para los programas del área de computación las vacantes ofertadas rebasan las fronteras de nuestro país. En conclusión, la utilización de este tipo de herramientas permitirá a la Universidad conocer las demandas del campo laboral en tiempo real y tomar decisiones sobre la pertinencia de sus programas, por lo que para trabajos futuros a corto plazo se replicará este modelo de *Dashboard* en todo el Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías y una vez validado se propondrá utilizarlo en todos los Campus.

ABSTRACT

The use of business intelligence tools, particularly Microsoft® Power BI, allows the analysis of a large amount of data in real time through the visualization of interactive reports. In this work we extracted the data of all the vacancies published at the Autonomous University of Yucatan Job Board System for the Faculty of Mathematics. The behavior of these from 2016 to 2024 was analyzed. As results, a dashboard was obtained with different visualizations containing information on total vacancies, average salary, types of employment, program of study, month of publication, place where the vacancy is offered and position offered by the company. Patterns were observed in the months in which the greatest number of vacancies are published, these being the months of the beginning of the semester for the type of employment called internships, on the other hand, most of the vacancies offered are for companies in the region. However, for programs in the computer area, the vacancies offered go beyond the borders of our country. In conclusion, the use of this type of tools will allow the University to know the demands of the labor field in real time and make decisions about the relevance of its programs, so for future work in the short term this dashboard model will be replicated throughout the Exact Sciences and Engineering Campus and once validated, it will be proposed to use it in all campuses.

¹ Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, cpavon@correo.uady.mx

² Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, ruben.cool@correo.uady.mx

³ Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, teresa.ramirez@correo.uady.mx

⁴ Coord. Comité Institucional de Bolsa de Trabajo, Universidad Autónoma de Yucatán. mildred.cruz@correo.uady.mx

ANTECEDENTES

El uso de herramientas de análisis de datos y visualización de negocios permiten a las organizaciones tomar mejores decisiones ya que estas permiten contar con información precisa y oportuna, es decir en base a información en tiempo real basada en los datos. Por otro lado, el trabajo colaborativo se vuelve más eficiente ya que permite una gran variedad de informes interactivos que fácilmente pueden ser compartidos con otros usuarios de la organización e incluso fuera de la misma, ahorrando tiempo de trabajo.

En el mundo actual la inteligencia artificial (IA) juega un papel preponderante en todas las áreas de la vida y la Universidad es una de las áreas en la que la IA es una herramienta que ha ido creciendo en uso, conforme pasa el tiempo. Existen diversos actores que opinan la importancia y el riesgo del uso sin regulación o sin supervisión cercana.

Álvarez (2024) menciona que la Inteligencia Artificial (IA) no es un concepto reciente, sino un campo en constante evolución desde la década de 1950. Su definición varía, pero en términos generales se entiende como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones a partir de datos. Otros autores la clasifican como un grupo de tecnologías que aprenden a través de la experiencia y la adaptación (Purdy y Daugherty, 2016), en otras ocasiones como una ciencia y, a su vez, un grupo de tecnologías (Stone et al., 2016). Su desarrollo ha impulsado avances tecnológicos clave, aunque también genera debates sobre sus beneficios, riesgos y la necesidad de formación adecuada para su uso responsable.

En el mundo de la IA existen diferentes herramientas como el “Dashboard” que en español se le conoce como tablero o cuadro de mando que han sido evaluadas o estudiadas. Microsoft (2023) presenta en su estudio que el término “Dashboard” o tablero se refiere a una herramienta que presenta de manera visual la información. Se puede ver como un resumen de datos recopilados y presentados de una manera fácil de comprender. Como se menciona anteriormente, en este entorno existe una diversidad de herramientas de inteligencia de negocios que permiten el diseño de tableros, cada cual puede adaptarse a las organizaciones según sus necesidades y características. Sin embargo, Power BI es actualmente el líder en el mercado de las herramientas de inteligencia de negocios.

Álvarez (2024) analizó la percepción de estudiantes de ingeniería respecto a su conocimiento y aplicación de la IA a través de un diseño no experimental y descriptivo, se encuestó a 200 estudiantes de ocho programas de ingeniería en una universidad del noreste de México. Los resultados evidenciaron carencias en el manejo de esta tecnología y resaltaron la importancia de promover su integración en la formación académica, con un enfoque ético.

Durán (2024) aborda el análisis de las políticas de admisión en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, optimizando la selección y retención de estudiantes, mediante la integración de tecnologías avanzadas, incluyendo Power BI, Python Flask, PythonAnywhere, Glitch, Anakin AI, FloX y Mixtral 8x7B. La aplicación de estas tecnologías mejora significativamente la gestión y análisis de datos, permitiendo una toma de decisiones más informada y efectiva en los procesos de admisión y políticas de inclusión, resaltando la importancia de la ciencia de datos en la educación superior. Los resultados sugieren que estas innovaciones facilitan la administración de datos y promueven una educación más inclusiva y equitativa, contribuyendo al campo de la ciencia de datos aplicada a la educación y

ofreciendo un marco para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos en procesos educativos.

Por otro lado, Mugaray, A, (2001) señala que la educación superior es un proyecto social que no termina en la educación y la formación profesional. Necesita que los egresados, efectivamente, aseguren una oportunidad para desempeñar productivamente su educación. He aquí la importancia de la promoción y utilización de herramientas que faciliten tanto a estudiantes como egresados la búsqueda de espacios en las empresas para adquirir su primera experiencia profesional o insertarse en algún puesto de trabajo relacionado con su licenciatura logrando su empleabilidad.

Planteamiento del problema

En la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), se implementa el modelo de estancia laboral (prácticas profesionales), en el que cada estudiante es supervisado por dos tutores: uno interno generalmente un profesor de la Facultad, y otro externo proveniente de la empresa donde se realiza la estancia. Además, el estudiante debe elaborar una bitácora de actividades y un informe final donde detalle todo lo aprendido durante el periodo de prácticas. (Ramírez, et al. 2024).

Si bien los modelos de prácticas varían según la universidad y el plan de estudios, todos comparten el mismo objetivo: Facilitar la transición de los estudiantes al ámbito profesional. (Michel et al. 2024).

La UADY justifica este modelo argumentando que permite no solo fortalecer los conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera, sino también promover el desarrollo de habilidades profesionales adicionales y proporcionar experiencia laboral relevante, lo que aumenta la competitividad de los egresados y facilita su integración al campo laboral (Chan, et al. 2024b, como se citó en Facultad Ingeniería Química [FIQ], 2014).

La evolución de la bolsa de trabajo ha beneficiado e impactado de diferentes formas en distintas universidades del país, ya es el caso de la Universidad Autónoma de México (UNAM) que:

Según Montoya, L. (2012) señala que los responsables de Bolsa de Trabajo de Facultades y Escuelas pertenecientes a la UNAM dentro de los años 97 y 98 identificaron que los estudiantes y egresados presentaban problemáticas en reconocer sus competencias, en la elaboración de un *curriculum vitae* y escasez en habilidades para desempeñarse con éxito durante entrevistas. Debido a lo ya antes señalado la Dirección General de Operación de Servicios Educativos (DGOSE) de esta casa de estudios se dio a la tarea de rediseñar el proceso de atención del servicio de la Bolsa Universitaria de Trabajo (BUT) incluyendo un modelo de competencias, estrategias y herramientas para que los estudiantes/ egresados obtengan más oportunidades y satisfagan sus necesidades en la vinculación dentro del mercado laboral.

De igual forma la UADY define la Bolsa de trabajo dentro de la Institución como un medio de vinculación entre el sector productivo (empresas, cámaras empresariales, sociedades, asociaciones y colegios de profesionales) y la Universidad que permite identificar las

necesidades de inserción laboral (Chan, et al. 2024a). Con base en la identificación de las nuevas necesidades y tendencias que plantea el mundo del trabajo y los perfiles profesionales requeridos en el ámbito laboral, la UADY desarrolló una herramienta tecnológica que facilite a los estudiantes y egresados insertarse en el mundo laboral mediante la difusión de ofertas de empleo y/o prácticas profesionales denominada Sistema de Bolsa de Trabajo (SBT) la cual es una herramienta de búsqueda de empleo en línea, servicio basado en INTERNET.

Por lo anterior en las Universidades se han desarrollado estas herramientas bajo el nombre de Bolsa de Trabajo como parte de un servicio a la comunidad, con la finalidad antes mencionada y con un valor agregado para la institución que le permita llevar un control estadístico del comportamiento de las ofertas publicadas y posteriormente analizar la información identificando patrones y generando estadísticas de utilidad para la acreditación de sus programas de estudios.

Para esta investigación se seleccionó la herramienta Power BI de Microsoft® para la programación del “Dashboard” que permite analizar de forma visual el comportamiento de la información en el SBT a lo largo del tiempo del Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, integrado por las Facultades de Ingeniería (FI), Matemáticas (FMAT) e Ingeniería Química (FIQ).

Objetivos y pregunta de investigación

El objetivo de la investigación es utilizar una herramienta de inteligencia de negocios para la creación de cuadros de mando que permita analizar el comportamiento de las vacantes ofertadas a través del tiempo de operación del sistema (2016-2024).

El Sistema de Bolsa de Trabajo es ampliamente utilizada por las empresas y los alumnos para la búsqueda de oportunidades de trabajo y espacios para la realización de sus prácticas profesionales, constantemente se realiza la promoción del SBT para poder incrementar el número de usuarios en la categoría empleadores que oferten sus vacantes, así como en las categorías de estudiantes y egresados. Por lo que la pregunta que se formuló para esta investigación fue la siguiente:

¿Cuál es el total de vacantes ofertadas, el sueldo base, el tipo de empleo, el estatus, localización y fecha de publicación a través del tiempo?

METODOLOGÍA

Se utilizó la herramienta de Microsoft (2023) Power BI que es una plataforma unificada y escalable de inteligencia empresarial. Esta plataforma cuenta con funciones que permiten conectarse a datos, visualizarlos e incorporarlos en aplicaciones. El Power BI, da la oportunidad de crear modelos con facilidad e informes personalizados. La colaboración se puede realizar mediante Microsoft Teams y Excel, brindando la oportunidad de tomar decisiones basadas en los datos que impulsen acciones estratégicas (Microsoft, 2023). En el programa se pueden conectar datos de diversas fuentes, sean locales o en la nube, incluyendo Azure SQL Database, Salesforce, Excel, SharePoint y Dynamics 365.

La herramienta Power BI se encuentra disponible en versiones de escritorio y servicio en la nube, Su dominio en el sector ha sido reconocido por evaluaciones como la de Gartner, destacando su alcance y facilidad de uso.

Alcance y muestra de la investigación

La presente investigación es un estudio longitudinal descriptivo que pretende analizar las vacantes ofertadas para la Facultad de Matemáticas de la UADY en la BT a través del tiempo. Los datos analizados corresponden al periodo entre los años 2016 al 2024. En la Tabla 1 se puede observar el número de vacantes ofertadas en cada facultad del campus por año.

Tabla 1. *Frecuencia del número de vacantes ofertada por Facultad entre 2016-2024.*

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
FI	64	261	299	313	146	282	438	484	337	2624
FIQ	24	57	63	110	59	82	128	160	175	858
FMAT	44	115	133	230	84	152	240	222	236	1456

Diseño de la herramienta para la construcción del Dashboard.

La base de datos utilizada es un archivo de Excel de la Facultad de Matemáticas con las celdas: Empresa, Puesto, Área de Estudios, Programa de estudio, Años de experiencia, Tipo de empleo, Ciudad, Número de Vacantes, Sueldo, Fecha de publicación, Fecha de cierre, entre otras variables. Se definieron las siguientes métricas: Número de vacantes por programa de estudio, candidatos registrados por área de interés, Vacantes a través del tiempo, Vacantes por tipo de empleo, Sueldo promedio por licenciatura, Número de vacantes totales desde el comienzo del registro, Vacantes totales por licenciatura. Estas métricas se calcularon utilizando medidas DAX en Power BI.

El diseño del “Dashboard” está estructurado en dos páginas de tal manera que en la primera página se muestre información de las vacantes activas a las que los alumnos pueden aplicar y en la segunda página se encuentra el concentrado de todas las vacantes existentes en el historial. Para ejemplificar, en la Figura 1 y Figura 2 se muestran las imágenes del interfaz de la primera página y segunda página respectivamente para los datos correspondientes a la Facultad de Matemáticas.

En la Figura 1 se muestra la organización de la información de las vacantes activas hasta la fecha en la Bolsa de Trabajo en la Facultad de Matemáticas. A continuación, se describe cada uno de los cuadros que conforman la primera página del “dashboard”.

1. Gráfico circular: considera el total de vacantes abiertas disponibles hasta la fecha en la Facultad y la proporción de vacantes para cada licenciatura de la facultad.
2. Cuadro de Licenciaturas: se selecciona la(s) carreras(s) de la facultad para filtrar la información de interés.
3. Cuadro del tipo de empleo: se selecciona el tipo de empleo de las vacantes (medio tiempo, tiempo completo y/o prácticas profesionales)
4. Cuadro del número de vacantes: con base en la selección del cuadro 1 y cuadro 2 se proporciona el número de vacantes abiertas disponibles.

5. Cuadro del promedio de sueldo de las vacantes: con base en la selección del cuadro 1 y cuadro 2 se proporciona el sueldo promedio de las vacantes abiertas disponibles.
6. Cuadro del puesto: describe los puestos de trabajo de las vacantes abiertas disponibles.
7. Cuadro de localización: muestra mediante un mapa de Google Maps la localización de las vacantes abiertas disponibles
8. Cuadro de Fecha de publicación: selecciona a partir de qué fecha se desean ver las vacantes abiertas disponibles.
9. Cuadro de Serie temporal: serie de tiempo que muestra la frecuencia de vacantes abiertas en cada día del mes a lo largo del tiempo.

Figura 1. Interfaz de la Página 1 del Dashboard.

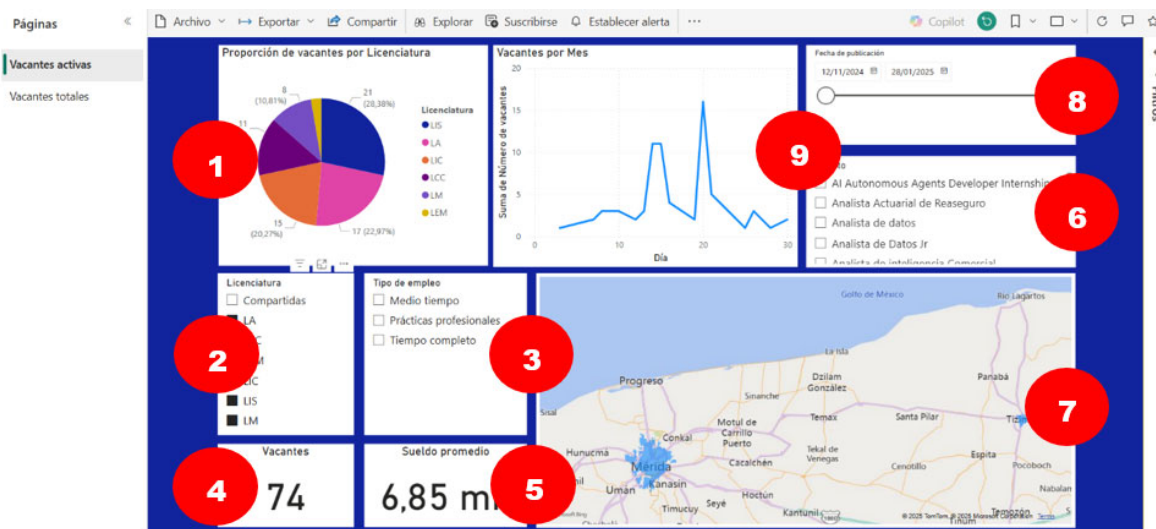
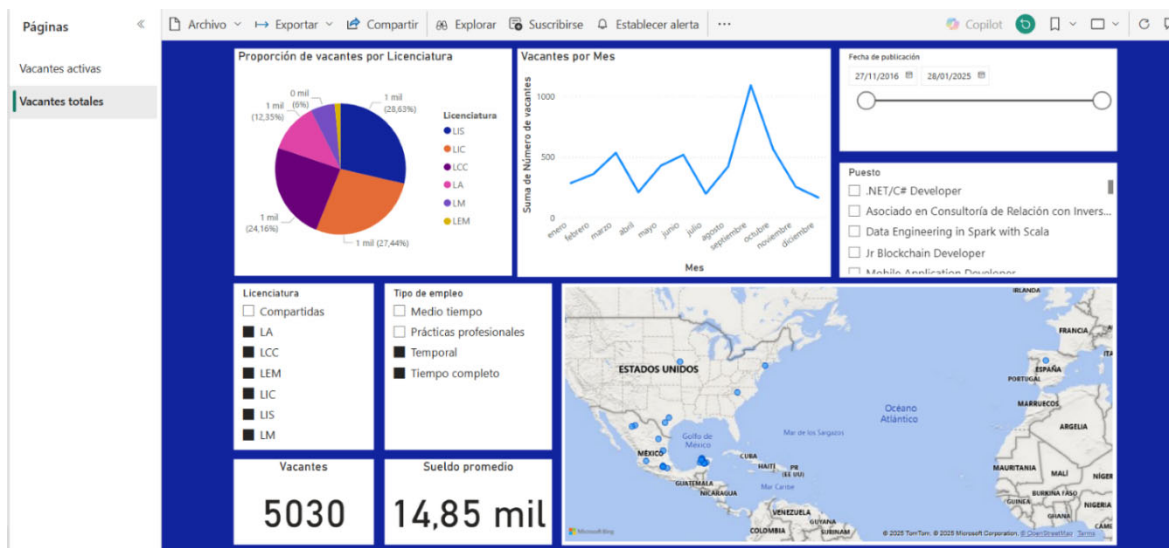


Figura 2. Interfaz de la Página 2 del Dashboard.



La Figura 2 muestra la organización de la información del historial de todas las vacantes publicadas hasta la fecha en la Bolsa de Trabajo (Facultad de Matemáticas), el diseño de la página 2 contiene los mismos cuadros que la página 1.

Para la automatización y actualización de los permisos se configuró la conexión con el archivo de Excel para que el tablero se actualice automáticamente cada vez que se modifiquen los datos de manera local desde el dispositivo administrador, posteriormente se subió el tablero de control a la plataforma web Power BI Service, vinculada al tablero de escritorio y por último se configuraron los permisos y accesos al tablero de control desde la plataforma de Power BI Service utilizando las cuentas administradoras para la posterior compartida de los elementos.

RESULTADOS

El análisis de datos a través del tiempo muestra números simples en la Tabla 1, las vacantes ofertadas de manera anual, donde puede observarse que el número de vacantes mayor se encuentra en la Facultad de Ingeniería, con 2624 vacantes, la Facultad de Matemáticas con 1456 vacantes y la Facultad de Ingeniería Química con 858. En la misma Tabla 1 puede observarse un crecimiento en el número de vacantes ofertadas en cada una de las facultades a través de los años, en el año 2020 el número de vacantes decreció y volvió a tomar su ritmo creciente a partir del 2021 a pesar de que la pandemia de COVID-19 no había llegado a su fin.

Este estudio longitudinal descriptivo permite visualizar a través del tiempo cómo varían las vacantes mes con mes pudiendo identificar patrones o tendencias, en la Figura 3 se ilustra el caso de la Facultad de Matemáticas, se identificó que en el mes de julio hay un aumento en la cantidad de vacantes ofertadas llegando al punto máximo en septiembre y en los meses posteriores hay una disminución en la cantidad de vacantes ofertadas.

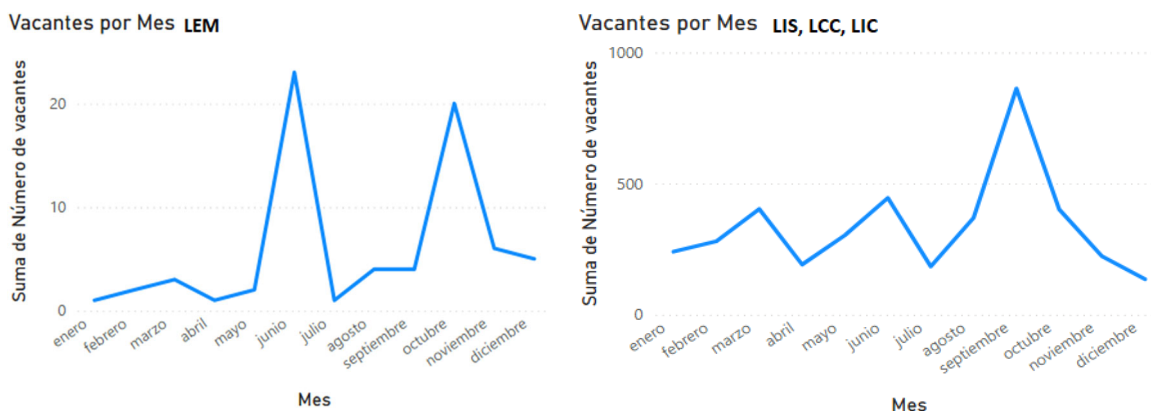
Figura 3. Serie de tiempo para el número de vacantes ofertadas por mes en la Facultad de Matemáticas.



Por otra parte, el “dashboard” permite analizar para cada licenciatura el comportamiento del número de vacantes ofertadas a través del tiempo, en la Figura 4 se ilustra el caso del número de vacantes ofertadas para la Licenciatura en enseñanza de las Matemáticas (LEM), se puede observar que a mediados y finales de año hay una mayor oferta en las vacantes. Una explicación de la causa de este patrón en específico es porque el sector educativo está diseñado para dar inicios en los meses de agosto y/o enero, por lo que al necesitar recursos humanos la oferta laboral se repunta en meses previos. Por otra parte, para la Licenciatura en Ciencias Computacionales (LCC), Licenciatura en Ingeniería del Software (LIS) y

Licenciatura en Ingeniería Computacional se presenta un patrón en el cual hay repuntes en las ofertas de las vacantes en los meses de marzo, junio y septiembre.

Figura 4. *Serie de tiempo para el número de vacantes ofertadas por mes en la Facultad de Matemáticas para las carreras de LEM, LIS, LCC y LIC.*



CONCLUSIONES

- Power BI es una herramienta poderosa para la visualización y análisis de datos, especialmente en el contexto de una bolsa de trabajo.
- El proyecto demostró la importancia de la limpieza y transformación de datos para garantizar la precisión y utilidad de un tablero de control. El manejo de esta información permitió identificar algunos cruces de datos entre las facultades, que deberán de corregirse para poder realizar la segmentación adecuada de las carreras solicitadas en las vacantes por facultad.
- El tablero de control desarrollado no solo facilita la toma de decisiones, sino que también optimiza los procesos de reclutamiento y seguimiento de las licenciaturas y vacantes.
- Algunos problemas que se identificaron en la base de datos son: la ineficiencia al actualizar la base de datos debido que se hace manual. La columna "Programa de estudio" contenía múltiples valores separados por comas y espacios lo cual se solucionó creando una nueva columna con las abreviaturas de los programas de estudio utilizando una fórmula DAX.
- A partir de la programación de este primer control de mando (dashboard) se pretende realizar la réplica del modelo para las otras dos Facultades del campus, para el análisis del comportamiento de todas las vacantes por licenciatura y Facultad.
- Se pudo observar en los resultados de la tabla 1 que existen diferencias significativas en el número de vacantes ofertadas por Facultad para lo cual lo recomendable es analizar el comportamiento de los empleadores en su totalidad por campus lo cual dará lugar a tener un dashboard más completo que permitirá encontrar patrones y aplicar estrategias para incrementar el número de empleadores.
- Un hallazgo significativo de la primera versión del dashboard fue la visualización de vacantes internacionales en el cuadro de localización. Esto demuestra que el Sistema de Bolsa de Trabajo de la UADY está trascendiendo fronteras, posicionándose como un referente clave para la inserción laboral de sus egresados y fomentando la internacionalización de sus programas de estudio.

Recomendaciones

- Permitir el acceso a la base de datos principal para realizar las consultas de forma más eficaz y la actualización en tiempo real de los datos de la bolsa de trabajo.
- Considerar la inclusión de un apartado similar a la plataforma online bolsa de trabajo UADY
- Considerar el desarrollo de paneles específicos para las audiencias como empleadores y candidatos.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, N., Treviño, A., González, A., Castillo, J. (2024). La Inteligencia Artificial y Formación de Ingenieros: Una visión desde la apreciación de los estudiantes. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16(1), 748-758.
- Chan, M., Cruz, M. y Ramirez, T. (2024a). Panorama de la inserción laboral Universitaria a través del uso de la herramienta de Bolsa de Trabajo de la Universidad Autónoma de Yucatán. *Advances in Engineering and Innovation*, 9(19), 176-190.
- Chan, M., Ramírez, T., Ordaz, M. y Bargas, E. (2024b). Las mujeres STEM y su vinculación con el sector empresarial. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 11(16), 520-529.
- Durán, A. (2024). Desarrollo de herramientas tecnológicas y análisis de datos académicos para fortalecer la toma de decisiones en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería).
- Martínez, S., Castro, I y Santillán, I. (2024). Aplicación de La Inteligencia Artificial En La Enseñanza de La Ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16(1), 111-118.
- Michel, E., Garay, L., Martínez, C., & Venegas, B. (2024). Impacto de la pandemia por COVID-19 en el rendimiento escolar de estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, vol.11(16), 372, ISSN: 2395-9878 <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/968>
- Microsoft (2023). ¿Qué es Power BI? <https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/>
- Purdy, M. y Daugherty, P. (2016). Inteligencia Artificial, el Futuro del Crecimiento. Accenture. https://www.prevencionintegral.com/sites/default/files/noticia/37658/field_adjuntos/accentureinteligenciaartificialelfuturodelcrecimientoesp.pdf
- Montoya Jiménez, L. P. (2012). Un Nuevo Modelo de Reclutamiento y Selección basado en Competencias: La Bolsa Universitaria De Trabajo U.N.A.M. *Xihmai*, 3(5), 3-14.
- Mungaray A. (2001). La educación superior y el mercado de trabajo profesional REDIE. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3(1), 55-66. <https://www.redalyc.org/pdf/155/15503104.pdf>

Ramírez, T., Ricalde, L., & Zaragoza, J. (2024). La coevaluación como parte de la formación profesional de los ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, vol.11(16), 141, ISSN: 2395-9878 <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/945>

Universidad Autónoma de Yucatán. UADY (2024). Bolsa de trabajo. Recuperado de: <https://www.bolsadetrabajo.uady.mx/>

Universidad Autónoma de Yucatán (2019). Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

UADY Institucional (2023). Nuestra Universidad - Datos 2023. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=0rZYDgMWl6Q>

IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

IMPACT OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON EDUCATIONAL INNOVATION IN ENGINEERING

V. M. Sánchez Sánchez¹

A. Romo Cabrera²

M. Sosa Rodríguez³

J. I. Campos Bravo⁴

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha emergido como una herramienta innovadora con el potencial de transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta tecnología permite generar contenido educativo adaptativo y entornos de aprendizaje personalizados, facilitando que los estudiantes desarrollen competencias clave. Este estudio analiza el impacto de la integración de herramientas de IAG en la enseñanza, tomando como base un curso de formación impartido a 57 docentes, en el cual se exploraron diversas herramientas y estrategias de optimización pedagógica implementando IAG. Los resultados indican que el 100% de los docentes implementó al menos una herramienta de IAG, siendo ChatGPT la más utilizada. Además, se registró un incremento del 75% en la tasa de aprobación estudiantil. Además, el 75.1% reportó una reducción en el tiempo de preparación de materiales, el 81.3% percibió mejoras en la calidad de los recursos generados y el 83.3% encontró beneficios en la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación. No obstante, algunos participantes destacaron la necesidad de herramientas más especializadas que minimicen la revisión manual. Estos hallazgos sugieren que la IAG puede optimizar la enseñanza en ingeniería; sin embargo, su integración efectiva requiere metodologías adecuadas y capacitación continua para los docentes.

ABSTRACT

Generative Artificial Intelligence (GAI) has emerged as an innovative tool with the potential to transform teaching and learning processes. This technology enables the generation of adaptive educational content and personalized learning environments, facilitating the development of key competencies among students. This study analyzes the impact of integrating GAI tools into teaching, based on a training course attended by 57 teachers, in which various tools and pedagogical optimization strategies using GAI were explored. The results indicate that 100% of the teachers implemented at least one GAI tool, with ChatGPT being the most widely used. Additionally, there was a 75% increase in the student pass rate. Furthermore, 75.1% reported a reduction in material preparation time, 81.3% perceived improvements in the quality of generated resources, and 83.3% found benefits in structuring activities and evaluation rubrics. However, some participants highlighted the need for more specialized tools to minimize manual review. These findings suggest that GAI can optimize engineering education; however, its effective integration requires appropriate methodologies and continuous teacher training.

ANTECEDENTES

En las últimas décadas, la educación en ingeniería ha enfrentado desafíos significativos derivados de la rápida evolución tecnológica y la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza para satisfacer las demandas del mercado laboral. La incorporación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha permitido una transición hacia modelos educativos más dinámicos y personalizados. En este contexto, la

¹ Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, victorsanchezh0@aragon.unam.mx

² Directora, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, direccion@aragon.unam.mx

³ Jefe de División, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, ingenierias@aragon.unam.mx

⁴ Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, jorgecampos47@aragon.unam.mx

inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una herramienta clave para innovar en los métodos pedagógicos y potenciar las capacidades de los docentes y estudiantes (Elmourabit et al., 2024).

Particularmente, la IAG, una subárea de la IA que incluye tecnologías como los modelos de lenguaje avanzados y los generadores de contenido visual, ha demostrado un potencial significativo en el ámbito educativo. Estas herramientas han sido utilizadas para facilitar la creación de contenido didáctico, personalizar experiencias de aprendizaje y fomentar la creatividad en el aula (Pugach & Startseva, 2024; Chow, 2024). Sin embargo, su adopción dentro de la formación en ingeniería sigue siendo limitada debido a barreras como la falta de capacitación docente y la ausencia de un marco metodológico claro para su implementación.

En este contexto, el curso "*Inteligencia Artificial Generativa Aplicada al Aula*", impartido durante el semestre del ciclo académico 2025-1 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ofreció un espacio de formación para docentes interesados en explorar el uso de estas tecnologías. Este curso generó datos relevantes sobre el interés de los educadores en actualizar sus competencias y adoptar herramientas de IAG en sus prácticas pedagógicas. Este interés está estrechamente relacionado con el creciente uso de estas herramientas por parte de la comunidad universitaria, quienes han identificado en ellas un potencial significativo para optimizar procesos académicos y mejorar la interacción en el aula (Sánchez et al., 2024).

Además, estudios como el de Morandín-Ahuerma (2024) subrayan que el uso dual de las herramientas de IAG, tanto en la automatización como en la creación, permite fortalecer la enseñanza al tiempo que prepara a los estudiantes para enfrentar entornos laborales altamente digitalizados. La incorporación de estas tecnologías en la formación en ingeniería no solo responde a las demandas de la industria, sino que también fomenta la innovación en el diseño de métodos pedagógicos y actividades académicas (Varga & Marton, 2024).

Estos antecedentes subrayan la necesidad de analizar el impacto de la IAG en los métodos educativos y explorar estrategias efectivas para su integración en la enseñanza de la ingeniería, promoviendo la innovación y la mejora continua en la formación de profesionales.

METODOLOGIA

El presente estudio se fundamenta en un análisis cuantitativo y cualitativo orientado a evaluar el impacto de la IAG en la práctica docente dentro del ámbito de la formación en ingeniería. Este trabajo se construyó sobre los hallazgos de una investigación previa (Sánchez et al., 2024), en la que se examinó el uso de herramientas de IAG en la comunidad universitaria. Dicha investigación proporcionó un panorama inicial sobre las tendencias de adopción de estas tecnologías, identificando los usos más frecuentes por parte de los estudiantes y docentes, así como los desafíos asociados con su implementación en entornos educativos. A partir de estos resultados, se diseñó el curso "*Inteligencia Artificial Generativa Aplicada al Aula*", con el objetivo de profundizar en la capacitación docente y evaluar el impacto de la IAG en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Diseño del curso y proceso de recolección de datos

El curso fue impartido en un periodo intensivo de cinco días, con una carga diaria de cuatro horas, totalizando 20 horas de formación. Las sesiones se desarrollaron completamente en línea, facilitando el acceso de los docentes desde distintas ubicaciones geográficas y promoviendo un entorno de aprendizaje flexible y adaptable a las necesidades individuales.

El contenido del curso se estructuró en cinco módulos temáticos:

1. **Introducción a la IAG:** En este primer bloque, se abordó el concepto de inteligencia artificial desde una perspectiva general, explorando sus orígenes, evolución y el impacto que ha tenido en distintas áreas de la humanidad. Se discutieron las aplicaciones contemporáneas de la IA en sectores como la salud, la industria, la ciencia y la educación, haciendo énfasis en la importancia de desarrollar sistemas inteligentes para la optimización de procesos. Posteriormente, se introdujo el concepto de IAG, destacando su diferencia con otros tipos de IA y su creciente adopción en el ámbito educativo.
2. **Herramientas de IA aplicadas a la educación:** En este módulo, se presentaron diversas herramientas de IAG con aplicaciones específicas para la docencia. Se analizaron plataformas como Gradescope (evaluación automatizada), ChatGPT (asistente conversacional y generador de contenido), Descript (edición de audio y video con IA), DALL·E (generación de imágenes a partir de texto) y Gamma App (creación de presentaciones con IA), entre otras. Además, se llevaron a cabo prácticas sobre el uso de “*prompts*”, incluyendo su estructura, componentes y estrategias para mejorar su precisión en la generación de respuestas relevantes.
3. **Desafíos éticos en la IAG:** Este bloque se centró en los principales desafíos y limitaciones de las herramientas de IAG, con un enfoque particular en el fenómeno de la alucinación de la IA, que hace referencia a la generación de información incorrecta o ficticia. Se discutió la responsabilidad del usuario en la validación del contenido generado y el impacto de estas herramientas en la ética profesional. Como parte de la formación, los docentes participaron en un debate moral basado en una analogía propuesta en la que una IA tenía un papel determinante en un contexto académico. Adicionalmente, se exploró la evolución de las habilidades profesionales a lo largo de la historia y cómo los docentes deben adaptar su rol frente a la integración de nuevas tecnologías.
4. **Metodologías para la optimización en la planificación docente:** En este módulo, se exploraron estrategias para maximizar la utilidad de la IAG en la planificación académica. Se capacitó a los docentes en la formulación de “*prompts*” efectivos para obtener información precisa y concisa, así como en la evaluación y modificación del contenido generado por estas herramientas. Se realizaron comparaciones entre los tiempos de preparación de materiales didácticos con y sin IA, resaltando la eficiencia que pueden proporcionar estas herramientas en la organización de clases, elaboración de materiales y diseño de actividades evaluativas.
5. **Implementación de IAG en la práctica docente:** Como actividad final del curso, los docentes participaron en una práctica integral en la que debían diseñar una planificación completa para sus clases, incorporando herramientas de IAG. Esta planificación incluyó:
 - El desarrollo de la estructura de los temas de sus asignaturas.
 - La planeación de prácticas y tareas alineadas con los objetivos de aprendizaje.
 - La creación de rúbricas de evaluación detalladas para cada actividad.

- La generación de materiales didácticos para las primeras dos sesiones del curso que imparten.

Esta actividad permitió evaluar en qué medida los docentes eran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en el curso y cómo integraban la IAG en la optimización de sus procesos pedagógicos.

Para la recolección de datos, se utilizaron cuestionarios estructurados aplicados a través de Google Forms, los cuales fueron administrados al finalizar el semestre subsecuente a la impartición del curso, correspondiente al periodo 2025-1. Esto permitió evaluar no solo la adopción inmediata de las herramientas de IAG, sino también su impacto a mediano plazo en la práctica docente. Un total de 57 docentes participaron en el curso y completaron los cuestionarios, proporcionando datos valiosos para el análisis.

Evaluación cuantitativa

Desde una perspectiva cuantitativa, se establecieron dos indicadores principales para medir el impacto de la IAG en la enseñanza:

- **Tasa de adopción de herramientas de IAG:** Se cuantificó el número de docentes que, tras su participación en el curso, integraron al menos una herramienta de IAG en la planificación y desarrollo de sus materiales educativos.
- **Impacto en el rendimiento estudiantil:** Se compararon los resultados académicos de los estudiantes antes y después de la implementación de IAG en la preparación de materiales didácticos. Se analizó la proporción de estudiantes aprobados en la asignatura y la calidad de los proyectos entregados, considerando criterios de evaluación previamente establecidos.

Evaluación cualitativa

Desde una perspectiva cualitativa, se exploró la percepción de los docentes respecto a los cambios en su metodología de enseñanza derivados de la integración de IAG. Se evaluaron los siguientes aspectos:

- **Optimización del tiempo de planificación didáctica:** Se examinó si los docentes percibieron una reducción en el tiempo requerido para la preparación de clases, materiales y actividades.
- **Calidad de los materiales didácticos generados:** Se analizó la percepción de los docentes sobre la mejora en la estructuración y presentación de sus recursos educativos.
- **Impacto en la planificación de tareas y rúbricas:** Se estudió cómo la IAG contribuyó a la creación de actividades académicas y a la definición de criterios de evaluación más estructurados y objetivos.

Consideraciones éticas y privacidad de los datos

Para garantizar la validez de los resultados y minimizar posibles sesgos, se tomaron en cuenta medidas de privacidad en la recopilación de datos, asegurando la confidencialidad de la información de los estudiantes y evitando el acceso a calificaciones individuales. Sin embargo, se analizaron tendencias y patrones de desempeño de manera agregada, lo que

permitió obtener una visión clara del impacto general de la IAG en el proceso de enseñanza-aprendizaje sin comprometer la privacidad de los participantes.

RESULTADOS

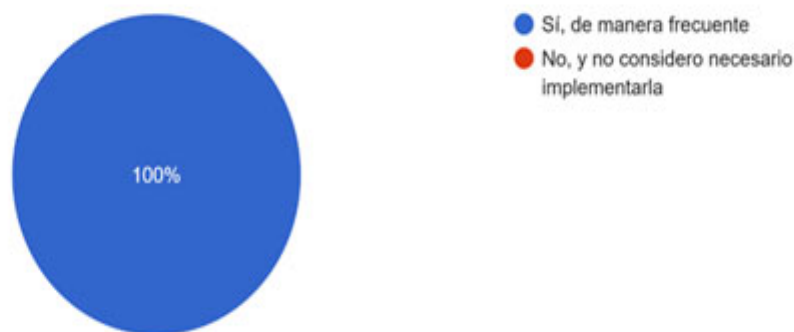
Para evaluar el impacto de la IAG en la enseñanza, se recopilaron datos cuantitativos y cualitativos a partir de cuestionarios aplicados a los docentes participantes. Los resultados obtenidos permiten identificar tendencias clave en la adopción de estas herramientas, así como en su influencia en la planificación académica, la calidad de los materiales generados y la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes de la investigación.

Resultados Cuantitativos

Los datos obtenidos revelan que el **100% de los docentes participantes** integraron al menos una herramienta de IAG en sus cursos tras haber completado la capacitación. Entre las herramientas adoptadas, la más utilizada fue ChatGPT, destacándose en múltiples comentarios como un recurso clave para la optimización de la preparación de clases y la generación de materiales didácticos. Estos resultados evidencian el creciente interés del cuerpo docente por incorporar nuevas tecnologías en su práctica pedagógica con el fin de mejorar la calidad y eficiencia de su enseñanza.

La Figura 1 ilustra la distribución de los docentes que implementaron IA en sus cursos, destacando la adopción generalizada de estas herramientas dentro del aula.

Figura 1. *Porcentaje de docentes que implementaron IA en sus cursos.*

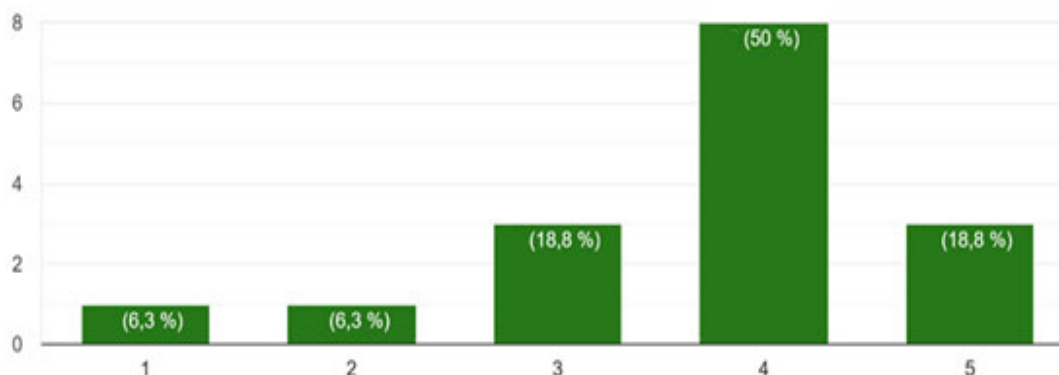


Asimismo, se observó una mejora en los índices de aprobación estudiantil en las asignaturas impartidas por los docentes participantes. En particular, se registró un incremento del **75% en la tasa de aprovechamiento académico** tras la integración de herramientas de IAG en las metodologías de enseñanza. Este hallazgo sugiere que el uso de estas tecnologías no solo

optimiza la labor docente, sino que también contribuye positivamente al desempeño estudiantil, favoreciendo el aprendizaje y la comprensión de los contenidos impartidos.

La Figura 2 presenta la distribución de los niveles de aprovechamiento estudiantil después de la implementación de IAG, mostrando un impacto positivo en la tasa de aprobación de los estudiantes.

Figura 2. *Impacto en la tasa de aprovechamiento académico de los estudiantes.*



Resultados Cualitativos

Desde un enfoque cualitativo, los resultados indican que la optimización del tiempo en la preparación de materiales didácticos fue uno de los efectos más relevantes de la implementación de la IAG. En particular, el **75.1% de los docentes** reportaron una reducción en el tiempo dedicado a la elaboración de sus materiales, con una distribución del impacto de la siguiente manera:

- **18.8%** experimentó una reducción significativa en el tiempo de preparación.
- **56.3%** reportó una reducción moderada en sus tiempos de trabajo.

La Figura 3 muestra la percepción de los docentes sobre la reducción del tiempo de preparación de materiales didácticos, destacando que la mayoría experimentó mejoras en su eficiencia.

Figura 3. *Impacto en la reducción del tiempo de preparación de materiales didácticos.*



En términos de calidad de los materiales generados mediante IA, los resultados reflejan que el **81.3% de los docentes** percibieron una mejora en la calidad de sus recursos educativos.

Dentro de este porcentaje:

- **43.8%** reportó una mejora moderada.
- **37.5%** indicó una mejora significativa en la estructura y profundidad de los materiales generados.

No obstante, como se observa en la Figura 4, algunos docentes manifestaron que la necesidad de revisión constante de los contenidos generados por la IA sigue siendo un factor limitante. Este hallazgo refuerza la idea de que contar con herramientas más especializadas y adaptadas a los entornos educativos podría potenciar la eficacia de la inteligencia artificial en la enseñanza.

Figura 4. *Percepción sobre la calidad de los materiales generados por IA.*

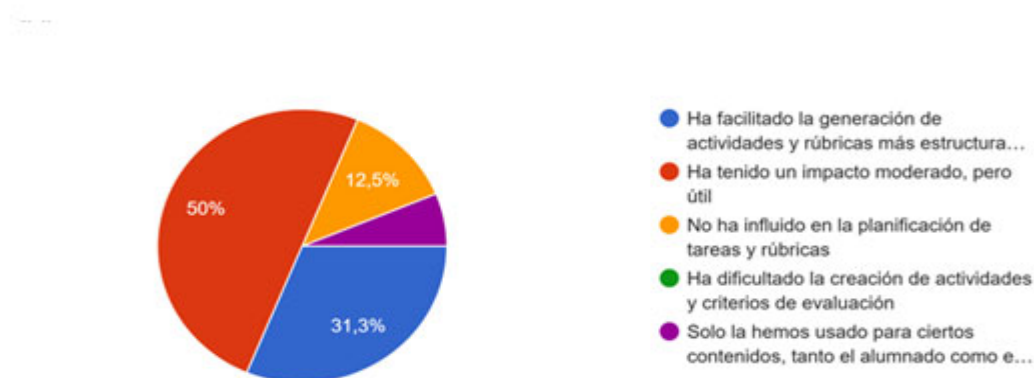


Finalmente, en lo que respecta a la generación de actividades y rúbricas de evaluación, se observó que el **83.3% de los docentes** encontraron beneficios en el uso de IAG para la planificación y estructuración de criterios evaluativos. De este grupo:

- **50%** reportó una mejora moderada en la generación de actividades y rúbricas.
- **31.3%** indicó una mejora significativa en la creación y organización de instrumentos de evaluación.

Estos resultados, ilustrados en la Figura 5, sugieren que la integración de IAG en la enseñanza de la ingeniería no solo facilita la planificación docente, sino que también mejora la estructuración de actividades académicas, y permite un enfoque más eficiente y sistemático en la evaluación del aprendizaje.

Figura 5. *Impacto en la generación de actividades y rúbricas con IA.*



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la IAG representa una herramienta útil con un impacto positivo en la enseñanza de la ingeniería. La implementación de estas tecnologías ha demostrado mejorar la eficiencia en la planificación y desarrollo de materiales didácticos, optimizar el tiempo de preparación de clases y contribuir a la estructuración de criterios de evaluación más efectivos. Asimismo, se observó que su uso favorece un aumento en la tasa de aprovechamiento académico de los estudiantes, lo que sugiere que la integración de IAG en los procesos educativos puede potenciar el aprendizaje y la calidad de la enseñanza.

Desde una perspectiva cuantitativa, el 100% de los docentes adoptaron al menos una herramienta de IAG, destacando ChatGPT como la más utilizada, mientras que la tasa de aprobación estudiantil aumentó en un 75%, evidenciando un impacto positivo en el desempeño académico. En el ámbito cualitativo, el 75.1% de los docentes reportó una reducción en los tiempos de preparación de materiales, aunque algunos señalaron que la validación de los contenidos generados sigue siendo un reto. Además, el 81.3% percibió mejoras en la calidad de los materiales creados con IA y el 83.3% encontró beneficios en la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación, aunque manifestaron la necesidad de herramientas más especializadas que minimicen la revisión manual.

Estos hallazgos sugieren que la IAG tiene un gran potencial para transformar la educación en ingeniería, proporcionando nuevas estrategias para la enseñanza y optimización del trabajo docente. Sin embargo, es crucial continuar explorando estrategias para mejorar la precisión y fiabilidad de estas herramientas, reduciendo la necesidad de revisión manual y fortaleciendo la confianza de los docentes en su uso. Además, futuras investigaciones podrían enfocarse en el impacto a largo plazo de estas tecnologías en la formación de los estudiantes, así como en el desarrollo de metodologías específicas para su integración efectiva en la enseñanza de la ingeniería.

En conclusión, la IAG no solo se perfila como un recurso valioso para la educación, sino que también plantea nuevos desafíos y oportunidades para la innovación pedagógica. Su implementación efectiva requiere una capacitación docente continua y el desarrollo de marcos metodológicos adecuados que permitan aprovechar al máximo su potencial, asegurando que su uso en el aula contribuya a una enseñanza más eficiente, estructurada y de alta calidad.

BIBLIOGRAFIA

- Chow, W. W.-Y. (2024). *Generative AI: A high-performing assistant in examination design*. En *ASCILITE 2024 Conference Proceedings* (pp. 330–335). <https://doi.org/10.14742/apubs.2024.730>
- Elmourabit, Z., Retbi, A., & El Faddouli, N.-E. (2024). *The impact of generative artificial intelligence on education: A comparative study*. En *Proceedings of the 23rd European Conference on e-Learning (ECEL 2024)* (pp. 470–476). <https://doi.org/10.34190/ecel.23.1.2975>
- Morandín-Ahuerma, F. (2024). *Generative artificial intelligence in education: A dual-purpose tool* [Preprint]. OSF. <https://doi.org/10.31219/osf.io/2c3mr>
- Pugach, O. I., & Startseva, N. V. (2024). Application of generative artificial intelligence in the methodical work of a university teacher: Development of test materials. *Russian Journal of Education and Psychology*, 15(5SE), 198–218. <https://doi.org/10.12731/2658-4034-2024-15-5SE-562>
- Sánchez Sánchez, V. M., Candelario Alavez, J. L., & López Hernández, J. A. (2024). Uso de herramientas de IAG en la carrera de Ingeniería en Computación. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16, 484–491. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/980>
- Varga, D., & Marton, G. (2024). The future of artificial intelligence (AI) in the workplace: Opportunities and challenges. *Curentul Juridic/Juridical Current*, 98(3), 34–44. <https://doi.org/10.62838/cjjc-2024-0018>

IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: IMPLEMENTACIÓN Y BENEFICIOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: IMPLEMENTATION AND BENEFITS IN TEACHING-LEARNING

J. M. Mora Valdez¹
N. G. García Altamirano²

RESUMEN

El propósito de este estudio es investigar el impacto de la introducción de nuevas tecnologías, especialmente la inteligencia artificial (IA), en la enseñanza en la educación superior. El rápido desarrollo de la tecnología ha llevado a una creciente integración de herramientas basadas en IA en el entorno educativo, y el propósito de este estudio fue obtener una comprensión más profunda de cómo estas tecnologías afectan la experiencia educativa. El estudio se basa en un marco teórico que aborda aspectos clave como el constructivismo y el aprendizaje activo, la teoría de las inteligencias múltiples, la adaptabilidad y personalización del aprendizaje, el cambio de roles docentes, consideraciones éticas y de privacidad, etc. Este estudio utilizó un enfoque de método mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Se realizarán análisis de datos cuantitativos para evaluar el rendimiento académico y las percepciones de los estudiantes sobre la implementación de nuevas tecnologías. Además, se llevarán a cabo encuestas con profesores y estudiantes para obtener una comprensión más profunda del impacto de la IA en la enseñanza. Se espera que los resultados de este estudio proporcionen información valiosa para que los educadores comprendan mejor los beneficios y desafíos asociados con la implementación de nuevas tecnologías en la educación superior.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the impact of the introduction of new technologies, especially artificial intelligence (AI), on teaching in higher education. The rapid development of technology has led to increasing integration of AI-based tools into the educational environment, and the purpose of this study was to gain a deeper understanding of how these technologies impact the educational experience. The study is based on a theoretical framework that addresses key aspects such as constructivism and active learning, the theory of multiple intelligences, adaptability and personalization of learning, changing teaching roles, ethical and privacy considerations, etc. This study used a mixed method approach combining quantitative and qualitative methods. Quantitative data analyses will be conducted to evaluate academic performance and student perceptions of the implementation of new technologies. Additionally, surveys will be conducted with teachers and students to gain a deeper understanding of the impact of AI on teaching. The results of this study are expected to provide valuable information for educators to better understand the benefits and challenges associated with the implementation of new technologies in higher education

ANTECEDENTES

La adaptabilidad de la IA puede permitir que los estudiantes dirijan su propio aprendizaje, explorando temas a su propio ritmo y estilo, fomentando así un aprendizaje más significativo. Gardner (1983) propuso la teoría de las inteligencias múltiples, que sugiere que los

¹ Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Cd. Jiménez, jmoravaldez@gmail.com

² Profesora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Cd. Jiménez, naelagarcia3@gmail.com

individuos poseen diferentes tipos de inteligencias. La implementación de la inteligencia artificial puede abordar estas diversas inteligencias, ofreciendo un enfoque personalizado para el desarrollo de habilidades. La IA puede facilitar el fortalecimiento de habilidades del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Trilling y Fadel, 2009), preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del entorno laboral actual y futuro. La teoría del aprendizaje adaptativo (Corbett y Anderson, 1995) enfatiza la capacidad de ajustar la instrucción según el progreso del estudiante. La inteligencia artificial en la educación superior puede adaptar la entrega de contenido, evaluaciones y retroalimentación según las necesidades individuales. Esto no solo promueve un aprendizaje personalizado, sino que también puede mejorar la eficacia de la enseñanza al proporcionar experiencias de aprendizaje más relevantes y contextualizadas. La integración de la inteligencia artificial puede dar lugar a un cambio en el rol del profesor, pasando de un transmisor de conocimiento a un facilitador del aprendizaje. La teoría de la pedagogía centrada en el estudiante respalda este cambio, enfocándose en la autonomía y la responsabilidad del estudiante en su propio proceso de aprendizaje. El profesor, en este contexto, actuaría como guía y facilitador, aprovechando la inteligencia artificial para personalizar la experiencia educativa y proporcionar apoyo individualizado. La implementación de tecnologías emergentes plantea desafíos éticos y de privacidad. La teoría ética de la información (Moor, 1985) proporciona principios éticos que deben guiar la implementación de la inteligencia artificial en la educación superior. Es esencial garantizar la transparencia, equidad y respeto a la privacidad de los estudiantes para evitar posibles consecuencias negativas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El avance de la Inteligencia Artificial (IA) ha generado un impacto significativo en distintos sectores, incluyendo la educación superior. Sin embargo, su adopción dentro de las instituciones académicas presenta diversos desafíos. Actualmente, existe una brecha entre la implementación de herramientas de IA en la enseñanza y el nivel de comprensión y aprovechamiento por parte de docentes y estudiantes.

A pesar de su potencial para personalizar el aprendizaje, mejorar la eficiencia en los procesos educativos y optimizar la toma de decisiones, la IA enfrenta barreras como la falta de capacitación docente, la resistencia al cambio, la carencia de infraestructura tecnológica y la incertidumbre sobre sus implicaciones éticas y pedagógicas.

Este estudio busca analizar cómo la IA está transformando la educación superior, identificando los beneficios, desafíos y preocupaciones que enfrentan las instituciones académicas al integrar estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivo General:

- Analizar el impacto de la Inteligencia Artificial en la educación superior, evaluando su implementación, beneficios y desafíos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivos Específicos:

1. Identificar el nivel de conocimiento y uso de IA por parte de docentes y estudiantes en instituciones de educación superior.

2. Evaluar las percepciones y actitudes de los docentes hacia la integración de IA en la enseñanza.
3. Examinar las principales barreras para la implementación efectiva de IA en el aula.
4. Proponer estrategias para mejorar la adopción de IA en el contexto educativo.

METODOLOGÍA

Enfoque metodológico

Este estudio utilizó un enfoque de método mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la percepción y adopción de la inteligencia artificial en la educación superior.

Población y muestra

La muestra estuvo compuesta por estudiantes y docentes del Tecnológico de Cd. Jiménez. Se seleccionaron estudiantes de distintos semestres y docentes con experiencia en enseñanza universitaria.

Instrumento de medición

Se diseñó un cuestionario estructurado compuesto por 13 preguntas, incluyendo preguntas de opción múltiple y abiertas. Estas preguntas abordaron aspectos como el nivel de conocimiento sobre IA, experiencia previa con herramientas de IA, percepción sobre su impacto en la enseñanza, barreras para su implementación y consideraciones éticas.

Procedimiento de aplicación

El cuestionario se aplicó de manera digital mediante formularios en línea, respetando el anonimato de los participantes. Se invitó a los estudiantes y docentes a participar a través de plataformas institucionales.

Técnicas de análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas, utilizando herramientas de software para identificar tendencias en las respuestas. Para los datos cualitativos, se empleó un análisis de contenido categorizando las respuestas en patrones temáticos.

El instrumento incluyó preguntas de opción múltiple y abiertas, abordando aspectos como el nivel de conocimiento sobre inteligencia artificial, experiencia previa con herramientas de IA, percepción sobre su impacto en la enseñanza, barreras para su implementación y consideraciones éticas.

La aplicación del cuestionario se realizó de manera digital mediante formularios en línea, respetando el anonimato de los participantes. Se seleccionó una muestra de estudiantes de distintos semestres y docentes con experiencia en enseñanza universitaria, asegurando una representación adecuada del contexto académico. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando herramientas de estadística descriptiva para las respuestas cuantitativas y análisis de contenido para las respuestas cualitativas.

RESULTADOS

Resultados Cuantitativos – Estudiantes

1. Nivel de comprensión sobre IA: La mayoría de los estudiantes (66%) tiene una comprensión básica pero no completa de la IA, mientras que un 34% no tiene ningún entendimiento o es muy limitado.
2. Experiencia previa con IA: El 55% de los estudiantes ha tenido experiencia previa con herramientas o tecnologías de IA, mientras que el 45% no ha tenido ninguna experiencia directa.
3. Percepción de la IA en la educación superior: Las respuestas se dividieron entre involucrar a los estudiantes en el diseño y desarrollo de la IA (30%), proporcionar capacitación adecuada (40%) y fomentar la transparencia en el uso de la IA (30%).

Resultados Cualitativos – Estudiantes

1. Definiciones personales de IA: Los estudiantes definieron la IA en términos de máquinas y códigos que pueden realizar tareas inteligentes, ayudar con dudas o aprender y mejorar con el tiempo.
2. Experiencias específicas con IA: Incluyen el uso de chatbots, asistentes virtuales y herramientas de análisis de datos en proyectos académicos.
3. Opiniones sobre el impacto de la IA: Las opiniones varían desde la preocupación por el reemplazo de tareas humanas hasta el optimismo sobre la mejora en la eficiencia y la personalización del aprendizaje.

Resultados Cuantitativos – Docentes

1. Definición de IA en la educación superior: El 42.9% definió la IA como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones similares a las humanas. El 28.6% destacó su potencial para mejorar la enseñanza y otro 28.6% subrayó su uso en personalización y gestión educativa.
2. Experiencia previa con IA: El 42.9% indicó no haber tenido experiencia directa con IA, mientras que otro 42.9% mencionó haber utilizado herramientas como tutores inteligentes y plataformas de aprendizaje adaptativo.
3. Percepción sobre el papel de la IA en la enseñanza: El 57.1% cree que la IA transforma la educación, mientras que el 42.9% la ve como una herramienta complementaria.

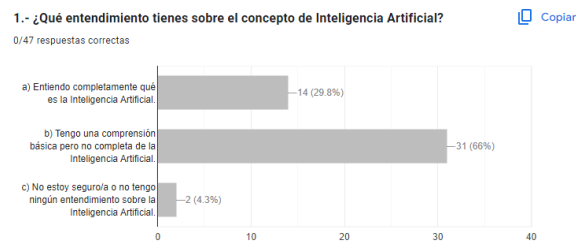
Resultados Cualitativos – Docentes

1. Obstáculos para la adopción de IA: La falta de infraestructura tecnológica (85.7%) y la resistencia al cambio (14.3%) fueron las principales barreras mencionadas.
2. Facilitadores para la implementación: El 71.4% destacó la importancia de la capacitación docente, el 14.3% sugirió la colaboración interdisciplinaria y el 14.3% propuso mayor inversión en investigación.
3. Preocupaciones éticas y morales: El 57.1% no tiene preocupaciones éticas significativas, mientras que el 42.9% no está seguro sobre sus implicaciones y requiere más información. La muestra incluyó estudiantes de distintos semestres, predominando el cuarto semestre.

Comprensión de la IA
Alumnos

Pregunta 1: La mayoría de los estudiantes (66%) tiene una comprensión básica pero no completa de la IA, mientras que un 34% no tiene ningún entendimiento o es muy limitado, como se observa en la Figura 1.

Figura 1. Entendimiento sobre el concepto de IA.



Experiencia previa con IA

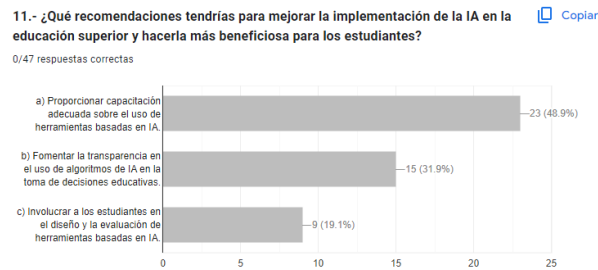
Pregunta 3: El 55% de los estudiantes ha tenido experiencia previa con herramientas o tecnologías de IA, mientras que el 45% no ha tenido ninguna experiencia directa, como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2. Experiencia previa con IA.



Percepción de la IA en la educación superior

Pregunta 11: Las respuestas se dividieron entre involucrar a los estudiantes en el diseño y desarrollo de la IA (30%), proporcionar capacitación adecuada (40%), y fomentar la transparencia en el uso de la IA (30%), como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. Recomendaciones.

Análisis Cualitativo

Definiciones personales de IA

Pregunta 2: Los estudiantes definieron la IA en términos de máquinas y códigos que pueden realizar tareas inteligentes, ayudar con dudas, o aprender y mejorar con el tiempo, como se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4. Definición de IA.

2.- Describe en tus propias palabras lo que entiendes por Inteligencia Artificial

47 respuestas

Inteligencia artificial es ya sea todo lo creado por el hombre como computadoras, robots, autos inteligentes

la inteligencia artificial es en si un código que mientras le des una base en donde aprender este por medio de if va a recopilar varias informaciones esto dependiendo de las bases que pongas ya sea dibujo o una base de datos que tenga información global como Google o Microsoft

Una maquina que te ayuda con alguna duda o algo que necesitas información o ayuda para completar, o puede ser las funciones que tienen dicerentes cosas como en videojuegos o así

es una inteligencia la cual consulta en internet para generar informacion mas precisa

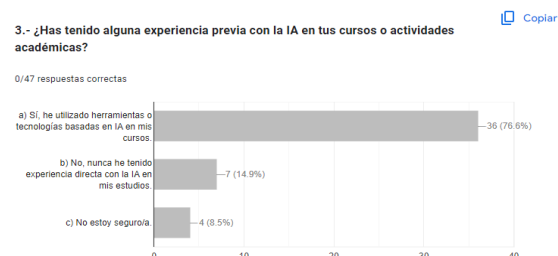
Tipo de maquina virtual

Que es un campo de informática el cual se enfoca en crear sistemas que puedan realizar problemas.

La IA, es una maquina a base de entrenamiento de aprendizaje, para conseguir resultados esperados

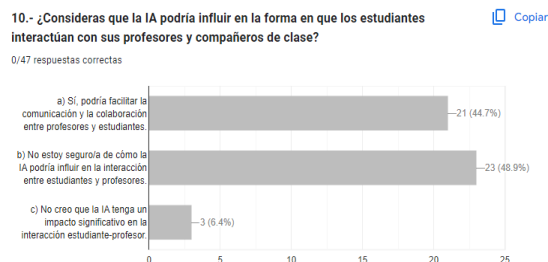
Experiencias específicas con IA

Pregunta 4: En la Figura 5 se presentan las experiencias incluyen el uso de chatbots, asistentes virtuales, y herramientas de análisis de datos en proyectos académicos.

Figura 5. Experiencia con la IA.

Opiniones sobre el impacto de la IA

Pregunta 10: La Figura 6 se observan de manera gráfica las opiniones varían desde la preocupación por el reemplazo de tareas humanas hasta el optimismo sobre la mejora en la eficiencia y la personalización del aprendizaje.

Figura 6. Consideraciones.

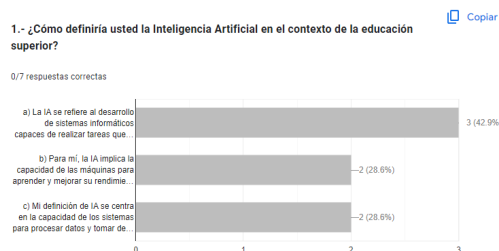
Los resultados indican que los estudiantes poseen conocimientos básicos de inteligencia artificial y experiencia práctica moderada. La mayoría de los estudiantes reconocen el potencial de la inteligencia artificial para mejorar la educación, aunque también expresan preocupación por su implementación y sus posibles efectos negativos. En comparación con investigaciones anteriores, estos hallazgos están en línea con la tendencia global de que los estudiantes estén cada vez más expuestos a las tecnologías de IA, pero con distintos grados de profundidad de conocimiento y experiencia.

Docentes

Análisis cuantitativo

Definición de IA en el Contexto de la Educación Superior

Los docentes proporcionaron diversas definiciones de IA en el contexto de la educación superior. Las respuestas se clasificaron en tres categorías principales como puede observarse en la Figura 7.

Figura 7. Definición de IA.

1.- La capacidad de un sistema informático para realizar tareas que requieren inteligencia humana:

- El 42.9% de los encuestados definió la IA como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones de manera similar a los humanos.

2.- Desarrollo de sistemas inteligentes para mejorar la educación:

- El 28.6% de los docentes se enfocó en cómo la IA puede mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

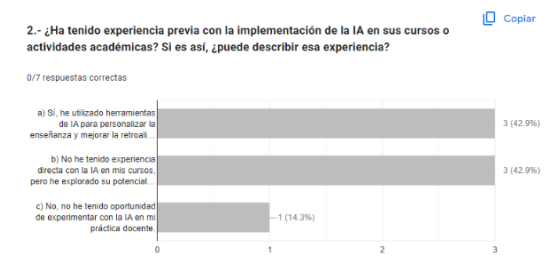
3.- Herramientas de personalización y gestión educativa:

- El 28.6% destacó el uso de la IA para personalizar el aprendizaje y mejorar la administración.

Experiencia previa en IA

Los resultados presentados en la Figura 8 revelaron una experiencia diferente con implementaciones anteriores de IA.

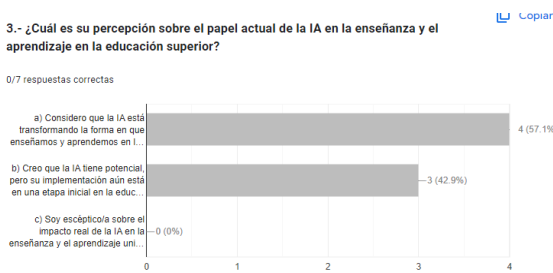
Figura 8. Experiencia previa.



- 1.- Sin experiencia directa con la IA:
 - El 42.9% de los encuestados indicó no haber tenido experiencia directa con la IA en su enseñanza.
 - Comentario típico: "No he tenido la oportunidad de implementar IA en mis cursos."
- 2.- Uso de herramientas de IA para la personalización del aprendizaje:
 - El 42.9% de los docentes mencionó haber utilizado herramientas como tutores inteligentes y plataformas de aprendizaje adaptativo.
- 3.- Experimentación limitada con tecnologías de IA:
 - El 14.3% ha explorado las posibilidades de la IA sin una implementación completa.

Percepción sobre el Papel de la IA en la Educación Superior
Las opiniones de los profesores sobre el papel actual de la inteligencia artificial en la educación difieren mucho como se ilustran en la Figura 9.

Figura 9. Percepción.



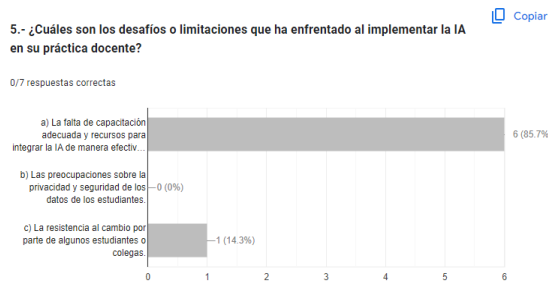
- 1.- Transformación de la enseñanza y el aprendizaje:

- El 57.1% de los docentes cree que la IA está transformando la educación al proporcionar nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje y mejorar los resultados.
- 2.- Herramienta complementaria:
- El 42.9% ve la IA como una herramienta complementaria que apoya, pero no reemplaza, al docente.
- 3.- Escepticismo sobre el impacto de la inteligencia artificial:
- Ningún docente se muestra escéptico ante el papel de la IA en la Educación Superior

Obstáculos para la introducción de la inteligencia artificial

En la Figura 10 se observa que los profesores identificaron una serie de obstáculos importantes para la implementación efectiva de la inteligencia artificial.

Figura 10. Desafíos.

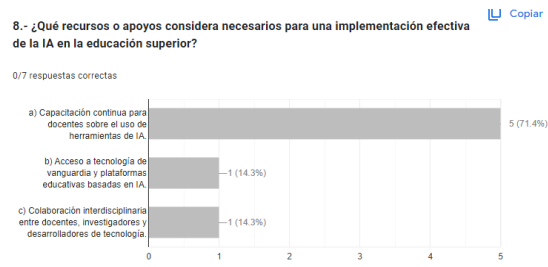


- 1.- Falta de infraestructura tecnológica adecuada:
- El 85.7% de los encuestados mencionó la falta de infraestructura como una barrera importante.
- 2.- Resistencia al cambio por parte de los docentes:
- El 14.3% indicó que la resistencia al cambio y la falta de formación son desafíos críticos.
- 3.- Cuestiones de privacidad:
- Ningún docente expreso preocupación sobre la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes

Facilitadores de implementación de inteligencia artificial

En la Figura 11 se muestra que para superar estas barreras, los docentes sugirieron varios facilitadores importantes.

Figura 11. Facilitadores de la IA.



1.- Capacitación continua para docentes:

- El 71.4% de los encuestados subrayó la importancia de la formación continua.

2.- Colaboración interdisciplinaria:

- El 14.3% recomendó fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas.

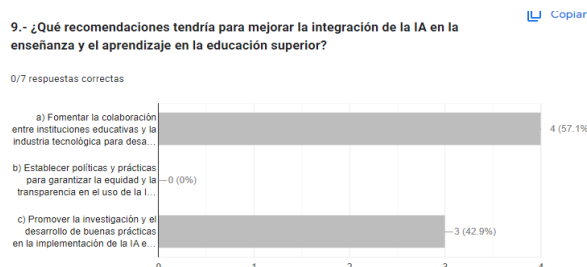
3.- Investigación y desarrollo:

- El 14.3% sugirió promover la investigación en tecnologías de IA y su aplicación en la educación.

Recomendaciones para Mejorar la Integración de la IA

En la Figura 12 se puede apreciar las recomendaciones para mejorar la integración de la IA en la educación superior.

Figura 12. Recomendaciones.



1.- Fomentar la colaboración entre instituciones:

- El 57.1% de los docentes sugiere que la colaboración entre instituciones puede facilitar el intercambio de conocimientos y recursos.

2.- Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías educativas basadas en IA:

- El 42.9% ve la inversión en investigación algo importante para el avance en este campo.

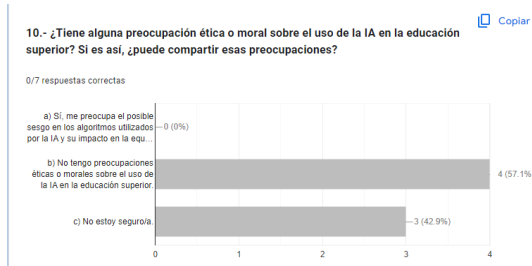
3.- Desarrollar políticas y regulaciones claras:

- Ningún docente considera el establecer políticas y prácticas para garantizar la equidad y la transparencia en el uso de la IA en el aula

Preocupaciones Éticas y Morales

Las preocupaciones éticas y morales sobre el uso de la IA en la educación superior son variadas de acuerdo con las respuestas que se grafican en Figura 13.

Figura 13. Preocupaciones éticas y morales.



1.- No tener preocupaciones éticas:

- El 57.1% de los docentes no ve problemas éticos significativos en el uso de la IA.

2.- Incertidumbre sobre las implicaciones éticas:

- El 42.9% no está seguro sobre las implicaciones éticas y requiere más información y debate.

3.- Preocupaciones sobre la privacidad y el uso de datos:

- Ningún docente se muestra preocupado por la privacidad de los datos de los estudiantes y el uso responsable de la información recopilada.

RESULTADOS

La inteligencia artificial (IA) está siendo cada vez más incorporada en la educación superior, pero los hallazgos muestran que su comprensión y experiencia de uso aún son limitadas. Un 66% de los estudiantes posee conocimientos básicos sobre IA, mientras que un 55% ha interactuado con herramientas de inteligencia artificial en actividades académicas. No obstante, para lograr una integración efectiva en los procesos educativos, es necesario que tanto estudiantes como docentes profundicen en su comprensión y aplicación.

El potencial de la IA en la educación es reconocido por la mayoría de los participantes del estudio. El 57.1% de los docentes considera que la IA transforma la enseñanza al permitir una mayor personalización del aprendizaje y mejorar la eficiencia en los procesos educativos. Los estudiantes también perciben la IA como una herramienta poderosa para optimizar su formación, especialmente en términos de aprendizaje adaptativo y automatización de tareas repetitivas. Sin embargo, a pesar de su gran potencial, la implementación de la IA enfrenta barreras significativas, como la falta de infraestructura tecnológica, identificada como un obstáculo por el 85.7% de los docentes.

Los hallazgos evidencian que, si bien los estudiantes están familiarizados con herramientas de IA, su uso en el aula sigue siendo limitado, alineándose con el objetivo de identificar su nivel de conocimiento y uso.

Ante este panorama, es fundamental garantizar educación y transparencia en el uso de la inteligencia artificial. El 71.4% de los docentes subraya la necesidad de capacitación continua para su implementación efectiva, lo que permitiría a los educadores y estudiantes desarrollar habilidades para su uso responsable y eficiente. Para maximizar los beneficios y mitigar posibles preocupaciones, es necesario adoptar estrategias claras que impulsen la formación en IA, además de establecer lineamientos éticos y políticas que regulen su uso en el ámbito educativo. Estos resultados reflejan la tendencia global de incorporar IA en la educación, pero también evidencian la importancia de abordar sus desafíos para potenciar su impacto positivo.

CONCLUSIONES

Este estudio confirma que la IA en educación superior enfrenta desafíos como la falta de capacitación docente y resistencia al cambio, pero ofrece beneficios clave como personalización del aprendizaje y optimización académica.

BIBLIOGRAFÍA

Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1995). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 4(4), 253–278. <https://doi.org/10.1007/BF01099821>

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.

Moor, J. H. (1985). What is computer ethics? *Metaphilosophy*, 16(4), 266–275. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9973.1985.tb00173.x>

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass

METODOLOGÍA STEAM Y SU IMPACTO EN ÍNDICES DE TITULACIÓN: CASO PRÁCTICO INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

STEAM METHODOLOGY AND ITS IMPACT ON GRADUATION RATES: A CASE STUDY IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

F. Martínez Solís¹
E. V. Miranda Mandujano²
D. M. Frías Márquez³
M. García Reyes⁴

RESUMEN

A nivel mundial, los índices de titulación en ingeniería muestran que un alto porcentaje de estudiantes abandona sus estudios antes de completarlos. Ante esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo evaluar un esquema basado en el modelo STEAM, donde los estudiantes construyen conocimiento a través de prácticas de laboratorio, proyectos académicos y prototipos funcionales. Para evaluar su impacto, se analizaron los índices de titulación de los últimos siete años del Programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Los resultados reflejan una mayor diversificación en las modalidades de titulación y un leve incremento en la tasa de egreso. Además, algunos prototipos han sido registrados ante el IMPI e INDAUTOR, lo que valida su carácter innovador y su aporte académico. El esquema propuesto en este trabajo no solo beneficia al estudiante, sino que también favorece a los profesores, ya que impulsa su producción académica y de investigación, fortaleciendo el desarrollo profesional.

ABSTRACT

Globally, engineering graduation rates show that many students drop out before completing their studies. Given this issue, the present study aims to evaluate a scheme based on the STEAM model, in which students build knowledge through laboratory practices, academic projects, and functional prototypes. The graduation rates from the past seven years of the Electrical and Electronic Engineering Program at the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco were analyzed to assess its impact. The results indicate a greater diversification in graduation modalities and a slight increase in the graduation rate. Additionally, some prototypes have been registered with IMPI and INDAUTOR, validating their innovative nature and academic contribution. The proposed scheme benefits students by providing them with a practical pathway to graduation and supports professors by enhancing their academic and research output, strengthening their professional development.

ANTECEDENTES

La educación en ingeniería enfrenta un desafío crítico a nivel global debido a las bajas tasas de titulación. La rigidez de los planes de estudio, la falta de motivación estudiantil y la brecha entre teoría y práctica han sido identificadas como factores clave que contribuyen a elevados índices de deserción (García-Fuentes et al., 2023). Además, la dificultad de los cursos básicos en ciencias exactas, la escasa implementación de metodologías innovadoras y el acceso limitado a herramientas de aprendizaje práctico han llevado a muchas universidades a replantear sus estrategias educativas.

¹ Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. fermin.martinez@ujat.mx

² Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. erika.miranda@ujat.mx

³ Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. dora.frias@ujat.mx

⁴ Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. marcos.garcia@ujat.mx

En América Latina, se estima que menos del 50% de los estudiantes que ingresan a programas de ingeniería logran graduarse (Espinosa-Espinosa, 2022). Esta problemática está relacionada con la escasa implementación de metodologías pedagógicas activas, que favorecen el desarrollo de habilidades transversales demandadas en el mercado laboral. Además, diversos estudios han revelado que uno de los principales factores de deserción es la falta de integración social en el nuevo nivel educativo, lo cual suele estar condicionado por la preparación académica previa de los estudiantes (Rochin Berumen, 2021).

El enfoque tradicional en la enseñanza de la ingeniería ha priorizado la memorización de conceptos y la aplicación mecánica de fórmulas, lo que puede generar desmotivación y dificultades en la comprensión de los temas. Además, muchos programas académicos carecen de estrategias efectivas para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos (Li, 2024).

Uno de los principales desafíos en la educación superior es la falta de conocimientos interdisciplinarios por parte de los profesores, quienes no han sido completamente capacitados en métodos modernos de enseñanza. Además, la duración y limitación de las sesiones impartidas dificultan la implementación efectiva de nuevos modelos educativos en las escuelas (García-Fuentes et al., 2023).

La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) es una estrategia innovadora que transforma la enseñanza y el aprendizaje de estas disciplinas, promoviendo un enfoque interdisciplinario, experimental y basado en la resolución de problemas (Milaturrahmah et al., 2017).

A nivel internacional, la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se concibe como el uso pedagógico del diseño ingenieril para explorar tecnologías y aplicar conocimientos matemáticos y científicos (Johnson et al., 2021). Sin embargo, la integración del arte en STEAM fortalece la creatividad y la innovación, permitiendo una educación más dinámica y adaptable a los desafíos actuales.

Un caso de éxito fue reportado por Puebla y Pérez (2024), quienes señalaron que la estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM mejora los indicadores asociados al desarrollo del pensamiento estadístico en los estudiantes. Asimismo, Espinosa-Espinosa (2022) reportó que el 100% de los estudiantes en la muestra analizada, a pesar de presentar conocimientos limitados al momento de ser encuestados, lograron desarrollar habilidades de pensamiento, razonamiento deductivo, lógica e indagación. Estos avances se observaron tras la implementación del desarrollo de prototipos didácticos utilizando la plataforma Arduino en cursos universitarios de electrónica.

La aplicación de proyectos donde se tenga como objetivo la solución de problemas reales sirve como una herramienta educativa para los estudiantes, fomentando así la innovación, comprensión y conciencia analítica dentro del marco STEAM. Pristianti et al. (2022) reportaron el desarrollo de un prototipo basado en STEAM utilizando el modelo ADDIE que incluye: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Los resultados obtenidos después del estudio indicaron que la investigación estableció una fuerte relación

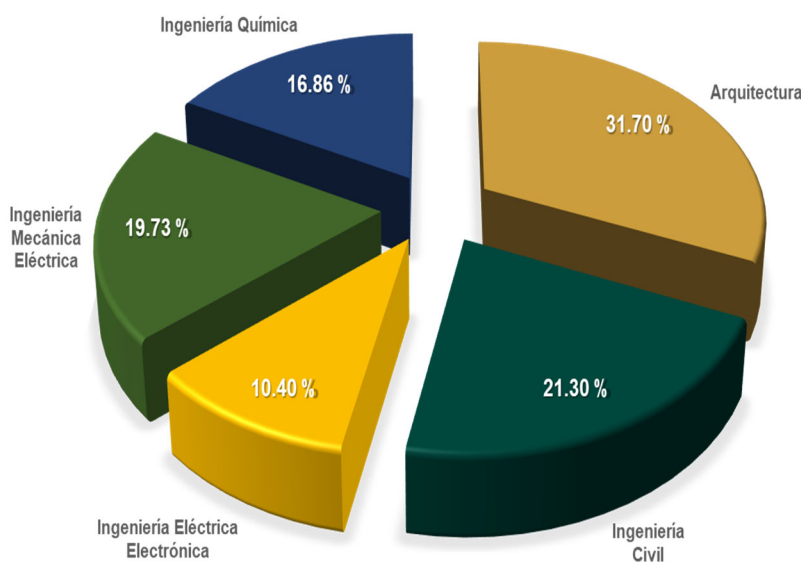
entre el prototipo y la educación STEAM, destacando el enfoque científico para medir parámetros.

El enfoque STEAM ha demostrado ser eficaz para mejorar el compromiso de los estudiantes al integrar teoría con práctica, fomentar el pensamiento crítico y estimular la creatividad. Por lo anterior, instituciones de educación superior como la División Académica de Ingeniería y Arquitectura (DAIA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), con base en las necesidades que surgen en la región, es participe en la preparación efectiva de los profesionistas implementando metodologías innovadoras en función de las necesidades del sector público y privado del Estado, todo esto, a través de sus programas educativos de licenciatura y posgrado.

La Figura 1 muestra la matrícula de la DAIA, que actualmente supera los 2615 estudiantes, de los cuales el 10.4% pertenece al Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEE). En los últimos seis años, este programa ha experimentado un crecimiento en matrícula y titulación, además de una mayor diversificación en sus modalidades de titulación (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2024).

Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo evaluar un esquema basado en el modelo STEAM, en el cual, a través de la implementación de prototipos, los estudiantes fortalecen sus conocimientos y logran desarrollar un producto con estándares académicos adecuados para su titulación. Esto ha diversificado las modalidades de titulación e incrementado la participación de estudiantes en proyectos de investigación e innovación. Esta práctica tiene como propósito mejorar los índices de permanencia y titulación en los programas de ingeniería.

Figura 1. *Matrícula por Programa Educativo de Licenciatura (Ciclo escolar 2024-01).*



METODOLOGÍA

Se diseñó un esquema para el desarrollo de prototipos con estándares académicos para que los estudiantes pueda presentarlo como trabajo de titulación. Este ha sido aplicado por cinco profesores en el programa educativo de IEE para diversificar las modalidades de titulación y aumentar la tasa de titulación. El esquema se fundamenta en los principios del modelo STEAM, las directrices del Plan de Estudios de IEE y el perfil de la planta docente.

Características del Modelo STEAM

El modelo STEAM es considerado como un enfoque multidisciplinario que promueve un aprendizaje constructivista, más holístico y práctico. El modelo desarrolla aprendizaje basado en proyectos del mundo real, en el que se aplica el conocimiento adquirido en múltiples disciplinas (Chalmers et al., 2017). De acuerdo con Bertrand y Namukasa (2020), el modelo STEAM se orienta en un proceso de cuatro etapas, que se alinean con modelos como el de Proceso de Diseño Creativo (CDP) de Doppelt (2009) y el Proceso de Diseño de Ingeniería (EDP) reportado por English et al. (2017).

Las cuatro etapas del modelo STEAM son:

- Construcción de la Curiosidad (Building Curiosity).
- Recolección de Datos y Planificación (Collecting Data and Facts).
- Creación y Refinamiento del Prototipo (Making and Refining).
- Reflexión, Aplicación y Evaluación (Reflecting, Applying and Thinking Forward).

Los beneficios que se pueden esperar del modelo son:

- Desarrollo de pensamiento crítico y solución de problemas: los estudiantes analizan situación y generan soluciones innovadoras.
- Fomento de la creatividad e innovación: la inclusión de artes en el modelo estimula la imaginación y motiva a los estudiantes a proponer soluciones fuera de enfoques tradicionales.
- Preparación para ingenierías del futuro: el enfoque dota al estudiante de habilidades técnicas y creativas, necesarias para un mercado laboral cambiante.

Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

El Plan de Estudios de IEE tiene una estructura curricular organizada por áreas de formación: General, Sustantiva Profesional, Integral Profesional y Transversal. Estas áreas se fundamentan en cuatro dimensiones de formación integral: intelectual, profesional, humana y social; estas dimensiones guardan entre sí una relación armónica y coherente en función de los objetivos educativos. El Plan de Estudios se diseñó con 276 créditos que hacen un total de 50 asignaturas obligatorias y 6 optativas. En el área Integral Profesional se tienen dos líneas de salida: Eléctrica de Potencia y Electrónica de control. Actualmente, se cuenta con 272 alumnos inscritos, en promedio cada alumno demanda 6 asignaturas por semestre (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2017).

La UJAT, en su reglamento de titulación, ofrece 13 modalidades de titulación, de las cuales los estudiantes de IEE pueden optar por 12. Esto se debe a que la modalidad “Proyecto de Creación Artística” no es compatible con el perfil de egreso de los estudiantes.

Asignaturas con perfil STEAM

Por naturaleza, los planes de estudio en ingenierías tienen los elementos para adoptar la metodología STEAM. Ejemplo de ello es el Plan de Estudios de IEE, que en sus cuatro áreas de formación: General, Sustantiva profesional, Integral Profesional y Transversal, cuenta con asignaturas donde la metodología STEAM se puede aplicar para innovar en los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Estas asignaturas consolidan conocimientos teóricos a través de aplicaciones prácticas, fomentando el desarrollo de habilidades y actitudes para la creación de proyectos del mundo real. Además, permiten que los estudiantes adquieran habilidades técnicas que les faciliten atender las necesidades del mercado laboral. No obstante, las limitaciones y oportunidades que ofrece un plan de estudios de ingeniería para la aplicación de la metodología STEAM dependen más del compromiso de la planta docente que la estructura curricular en sí.

Características de la planta docente

El Programa Educativo de IEE cuenta con 22 profesores y dos técnicos académicos, todos cuentan con estudios de maestría y siete de ellos poseen el grado de doctorado. El perfil profesional de los profesores, a nivel licenciatura, está relacionado directamente con las áreas de eléctrica y electrónica, los cuales corresponden al perfil de egreso del Programa Educativo de IEE. Dentro de la planta académica, tres profesores no tienen formación en eléctrica o electrónica. Sin embargo, poseen la formación y experiencia necesarias para impartir asignaturas en las áreas económico-administrativas, ciencias sociales y humanidades. Actualmente, la edad promedio de la planta docente es de 50.5 años.

Esquema de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

El Programa Educativo de IEE no contempla dentro de su Plan de Estudios metodologías orientadas al modelo STEAM. Sin embargo, las prácticas docentes de algunos profesores han permitido desarrollar mecanismos para la construcción del conocimiento a través de prácticas de laboratorio, proyectos académicos y prototipos funcionales. La Figura 2 presenta un esquema con actividades alineadas al modelo STEAM. Este esquema ha sido implementado por cinco profesores con el objetivo de diversificar las modalidades de titulación e incrementar la cantidad de estudiantes titulados anualmente. Para este estudio, se analiza la titulación en el programa IEE durante los últimos siete años.

En el esquema de la Figura 2, se inicia con la **Fase Plan de Estudios** en la que se identifican asignaturas alineadas al modelo STEAM.

En la **Fase Planta Docente**, se identifican los profesores dispuestos a modificar sus prácticas de enseñanza-aprendizaje y adaptarse al esquema de la Figura 2. En esta fase, el profesor con perfil STEAM tiene como objetivo principal desarrollar un prototipo funcional.

La **Fase Actividades STEAM** integra la etapa uno y dos del modelo STEAM: “Construcción de la Curiosidad” y “Recolección de Datos y Planificación”. Esta fase tiene como propósito despertar el interés de los estudiantes en proyectos académicos y de investigación, derivados de propuestas creativas para resolver problemáticas del mundo real, ya sean de índole industrial o social. El profesor STEAM debe presentar los proyectos de investigación con calidad académica, para que los estudiantes interesados en realizar servicio social, práctica profesional o verano científico logren resultados que les permita titularse.

De forma similar, cuando el profesor imparte una asignatura, se recomienda que incluya en sus criterios de evaluación actividades que conduzcan al estudiante a aplicar el modelo STEAM. En el esquema propuesto, se recomienda integrar en los criterios de evaluación un examen, prácticas de laboratorio y proyecto académico, con el propósito de obtener un prototipo o resultados experimentales con calidad académica, que puedan presentarse como trabajo de titulación.

En el esquema, la **Fase Objetivo** corresponde a la obtención del prototipo funcional. Esta fase está vinculada con la tercera etapa del modelo STEAM: “Creación y Refinamiento del Prototipo”.

La **Fase Eventos Motivadores** se relaciona con la etapa cuatro del Modelo STEAM: “Reflexión, Aplicación y Evaluación”. Una vez logrado el objetivo (prototipo funcional), el siguiente paso es motivar al estudiante y visibilidad a su trabajo. Por lo tanto, el profesor debe identificar el foro de divulgación más adecuado para el prototipo. En esta fase, la retroalimentación es clave para mejorar el prototipo con fines de registro de propiedad intelectual o para su presentación en alguna modalidad de titulación.

El PE de IEE cuenta con un foro de divulgación donde los estudiantes y profesores presentan trabajos desarrollados en las diversas asignaturas, además, se invita a investigadores a impartir conferencias magistrales para exponer sus avances de investigación. Asimismo, se invita a ingenieros del campo laboral a transmitir sus experiencias con los alumnos del PE. Adicionalmente, dentro de las actividades del Foro, se tiene un espacio para un concurso de prototipos, en el que alumnos y profesores presentan sus mejores desarrollos.

En nuestro Programa Educativo de IEE, se ha identificado que el esquema de la Figura 2 motiva la participación de los estudiantes en el desarrollo de prototipos académicos, los cuales han sido registrados como modelo de utilidad y han generado solicitudes de derechos de autor. Estos casos de éxito han contribuido al incremento de los índices de titulación, ya que los alumnos aprovechan sus proyectos académicos para participar en eventos de divulgación científica, innovación y foros, donde reciben retroalimentación para mejorar sus trabajos y, en algunos casos, ganar un incentivo económico. Estas actividades son bien valoradas por alumnos de nuevo ingreso o de primeros semestres, ya que encuentran motivación para competir, desarrollar e innovar.

Dentro de la planta docente de IEE, se identificaron cinco profesores con participación en concursos de prototipos, y algunos de ellos los han registrado ante la Universidad como material didáctico para uso en sus asignaturas. Cuatro profesores han protegido sus trabajos académicos ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), a través de solicitudes de derechos de autor y modelos de utilidad. El PE de IEE cuenta con derechos de autor de un manual de prácticas de laboratorio, un título de modelo de utilidad otorgado, y dos solicitudes de modelos de utilidad, todos ellos derivados de trabajos académicos desarrollados por estudiantes. El esquema presentado en la Figura 2, comenzó a aplicarse en el año 2019 por los cinco profesores antes mencionados.

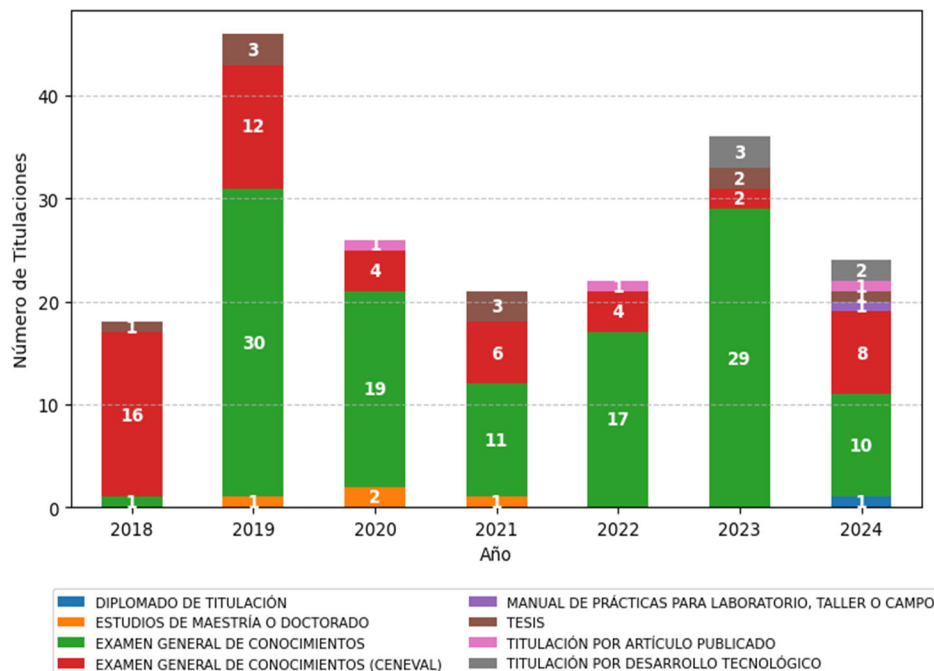
Figura 2. Esquema STEAM enfocado a trabajos de titulación.

PLAN DE ESTUDIO	PLANTA DOCENTE	ACTIVIDADES STEAM	OBJETIVO	EVENTOS MOTIVADORES	PRODUCTOS ACADÉMICOS
Asignaturas con perfil STEAM	Profesores STEAM	<div>CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN ASIGNATURAS</div> <div><div>• Examen</div><div>• Prácticas de laboratorio</div><div>• Prototipo final</div></div> <div>1</div>	PROTOTIPO FUNCIONAL	<div>Concurso de prototipos</div> <div>1</div>	Registro de propiedad intelectual IMPI INDAUTOR
		<div>Servicio social en laboratorios</div> <div>2</div>		<div>Eventos de divulgación científica</div> <div>2</div>	
		<div>Práctica profesional</div> <div>3</div>		<div>Eventos de innovación y emprendimiento</div> <div>3</div>	
		<div>Verano científico</div> <div>4</div>			
		<div>Proyectos de investigación</div> <div>5</div>			

RESULTADOS

Se analizó la evolución de la titulación en los últimos siete años del Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Como se puede observar en la Figura 3, en 2018 la modalidad de Examen General de Conocimientos (CENEVAL y Resolución de Problemas o Caso Prácticos) representó el 94.4 % de las titulaciones. En ese año solo se registra una tesis. En 2019, el número de tesis se incrementó a tres y se incorporó la modalidad de titulación por Estudios de maestría o Doctorado. Asimismo, en 2020 se incorporó la modalidad de titulación por Artículo publicado. En 2023, se agrega la modalidad de titulación por Desarrollo Tecnológico derivado de prototipos desarrollados bajo el esquema de la Figura 2.

Finalmente, en 2024 se observa una diversificación de las modalidades de titulación, entre las cuales destacan las siguientes: Desarrollos Tecnológicos, Tesis, Diplomado, Artículo publicado y Manual de prácticas de laboratorio, taller o campo. El gráfico de la Figura 3 muestra cómo sean diversificado las modalidades de titulación. A partir de 2019, los estudiantes han optado por modalidades de titulación relacionadas con trabajos derivados de proyectos de investigación o prototipos académicos.

Figura 3. Modalidades de titulación de los últimos siete años del PE de IEE.

La Tabla 1 muestra los productos académicos generados a partir del esquema presentado en la Figura 2. En algunos casos, la calidad de los prototipos permitió el registro de propiedad intelectual en el IMPI. Además, se identificaron eventos en los que los estudiantes desarrollan habilidades de comunicación oral y escrita, en algunos casos con enfoque en un plan de negocios, como los proyectos presentados en la 14ª Edición de la Expo Plan de Negocios Universitarios de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), que pueden observarse en la Tabla 1. Asimismo, los trabajos de investigación generalmente se presentan en congresos nacionales e internacionales o se publican en revistas arbitradas o indexadas.

Tabla 1. *Productos académicos de esquema STEAM aplicada en Ingeniería Eléctrica y Electrónica.*

EVENTOS/ INSTITUCIÓN DE REGISTRO	PRODUCTOS ACADÉMICOS
Título de modelo de utilidad. IMPI	Dispositivo para control de ventiladores de techo convencionales a través de dispositivos inteligentes (MX/u/2019/000182)
Solicitudes de modelos de utilidad IMPI	Dispositivo y proceso no invasivo para medir parámetros fisiológicos relacionados con los signos vitales (MX/U/2023/000244) Dispositivo electrónico con control automático para transferencia de calor a soluciones (MX/u/2024/000196)
Participación en la 14ª Edición de la Expo plan de negocios universitarios. CANACINTRA	INDETEB POSCRETI TABS HOME
Artículos publicados en revista arbitrada	Impact of cleaning and discontinuous cooling on photovoltaic panels An FPGA-based Automatic Voltage regulator for a synchronous electric generator Caracterización de parámetros de un motor eléctrico de corriente directa mediante pruebas experimentales Obtención de películas semiconductoras transparentes de ZnO por el método de centrifugado
Registros de derechos de autor INDAUTOR	Simulación de protecciones de sistemas eléctricos de potencia en software ETAP (03-2024-100913202500-01)
Prototipos (por año)	Prototipos presentados en Foros de Eléctrica Electrónica, DAIA, UJAT

CONCLUSIONES

Los índices de titulación en ingeniería representan un desafío y, generalmente, se aplican estrategias para su mejora; entre ellas destacan los Diplomados de titulación y Examen General de Conocimientos. En este trabajo se presentó un esquema apegado a prácticas del modelo STEAM, con el cual se fortaleció el conocimiento a partir de prototipos diseñados para resolver problemáticas de la vida diaria, derivados de proyectos de investigación.

El esquema, planteado en este trabajo permite que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas de la ingeniería y habilidades de comunicación oral y escrita. Esto se debe a que los estudiantes deben presentar sus resultados de investigación en foros de divulgación científica.

Como se puede observar en los resultados, el esquema planteado en este trabajo no solo diversifica las modalidades de titulación, sino que también las incrementa. Además, permite a los profesores aumentar sus productos académicos y de investigación, los cuales pueden reportar en diversas convocatorias de calidad docente e investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003>
- Chalmers, C., Carter, M. (Lyn), Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing “Big Ideas” to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 25–43. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1>
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55–65. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9008-y>
- English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students’ design and construction of earthquake resistant buildings. *Journal of Educational Research*, 110(3), 255–271. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053>
- Espinosa-Espinosa, M. I. (2022). Didactic prototype for the implementation of the STEAM methodology in university electronics courses using the Arduino platform with a constructivist approach to learning. *Revista de Tecnología y Educación*, 6(16), 10–23. <https://doi.org/10.35429/jtae.2022.16.6.10.23>
- García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., & Martínez-Figueira, M. E. (2023). STEAM education: review of literature. *Revista Complutense de Educación*, 34(1), 191–202. <https://doi.org/10.5209/rced.77261>
- Johnson, C. C., Moore, T. J., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2021). The need for a STEM road map. In *STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age*. <https://doi.org/10.4324/9781315753157-1>
- Li, J. (2024). Effective Strategies for Interdisciplinary Integration in STEAM Curriculum Design. *Transactions on Social Science, Education and Humanities Research*, 8, 99–105. <https://doi.org/10.62051/gvesha87>
- Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematics Learning Process with Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Approach in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012030>
- Pristianti, M. C., Hariyono, E., & Wulandari, D. (2022). Development of STEAM-Based Rain Alarm Prototype. *Studies in Learning and Teaching*, 3(2), 156–167. <https://doi.org/10.46627/silet.v3i2.207>

- Puebla, E., & Pérez, E. A. (2024). Proyectos STEAM para el desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes universitarios. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16(1), 552–561. <https://doi.org/10.63136/read162024987pp552>
- Rochin Berumen, F. L. (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(22). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.821>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2017). Plan de estudios 2017: Ingeniería Eléctrica y Electrónica. <https://www.ujat.mx/29/32912>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2024). 2do Informe de Actividades DAIA 2023-2024. <https://archivos.ujat.mx/2024/div-daia/2DO-INFORME-DE-ACTIVIDADES-DAIA-2023-2024.pdf>.

PROYECTO DE REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE PINTURA EN LA FABRICACIÓN DE GUITARRAS

DEFECT REDUCTION PROJECT IN THE COATING PROCESS FOR GUITAR MANUFACTURING

A. González Carrasco¹
L. Cardoza Avendaño²
V. M. Juárez Luna³
J. I. Aguilar Duque⁴

RESUMEN

El presente estudio aborda la reducción de defectos en el proceso de pintura de cuerpos de guitarra en una empresa dedicada a la fabricación de instrumentos musicales. A partir de la semana 17, se observó una caída significativa en el Yield del área de pintura, identificándose la contaminación como uno de los principales defectos, con un impacto del 0.973% en la producción. Se utilizó la metodología DMAIC de Six Sigma complementada con herramientas de calidad como diagramas de Pareto y pruebas de hipótesis. El análisis incluyó auditorías en cabinas de pintura, donde se detectaron fallas en los controles de limpieza y mantenimiento de filtros y chimeneas. Las pruebas de hipótesis mostraron una reducción significativa en la proporción de defectos tras la aplicación de estas medidas. Aunque no se identificó una única causa raíz del problema, se logró estabilizar el proceso y reducir la variabilidad en la proporción de defectos. Además, en este estudio se destaca la importancia de la estandarización y el monitoreo continuo en la manufactura de productos de alta calidad.

ABSTRACT

This study addresses defect reduction in the guitar body coating process at a musical instrument manufacturing company. Starting in week 17, a significant decrease in the coating area's Yield was observed, identifying contamination as one of the main defects, with an impact of 0.973% on production. The Six Sigma DMAIC methodology was used complemented by quality tools such as Pareto charts and hypothesis testing. The analysis included audits in coating booths, where deficiencies in cleaning controls and maintenance of filters and chimneys were detected. Hypothesis testing showed a significant reduction in defect rates after applying these measures. Although no single root cause of the problem was identified, the process was stabilized, and variability in defect rates was reduced. Additionally, this study highlights the importance of standardization and continuous monitoring in the manufacturing of high-quality products.

ANTECEDENTES

En la industria manufacturera de instrumentos musicales, el proceso de pintura es determinante para lograr un acabado estético y garantizar la durabilidad del producto final. La presencia de partículas extrañas en las capas de pintura afecta no solo la apariencia, sino también la funcionalidad del instrumento, lo que se traduce en retrabajos y un incremento en los costos de producción (Montgomery, 2020). Dado que la industria busca optimizar procesos mediante metodologías de mejora continua, es crucial implementar estrategias de control de calidad para reducir la variabilidad y aumentar la eficiencia operativa (Antony et al., 2017).

¹Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. agonzalez48@uabc.edu.mx

²Profesora de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. lcardoza@uabc.edu.mx

³Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. juarezv@uabc.edu.mx

⁴Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. julian.aguilar@uabc.edu.mx

El problema central de este estudio radica en la contaminación durante la aplicación de pintura, la cual se atribuye a deficiencias en los sistemas de filtrado, inadecuados procedimientos de limpieza o a la exposición del producto a partículas presentes en el ambiente. La hipótesis de este estudio plantea que, al establecer controles más rigurosos en la limpieza de cabinas, filtros y chimeneas, se logrará una disminución significativa de los defectos, impactando de manera positiva en la calidad final del proceso (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008). Este enfoque permite identificar las causas raíz de los problemas y orientar la implementación de soluciones específicas y medibles.

Para abordar esta problemática, se adoptó la metodología DMAIC de Six Sigma, la cual se ha comprobado eficaz en la optimización de procesos y en la reducción de la variabilidad en múltiples contextos industriales (McShane-Vaughn, 2022). Se llevaron a cabo auditorías en las cabinas de pintura para evaluar tanto el estado de los sistemas de filtrado como el cumplimiento de los protocolos de limpieza establecidos. Además, la aplicación de herramientas de calidad como el diagrama de Pareto, pruebas de hipótesis y gráficos de control permitieron identificar, cuantificar y visualizar la incidencia del defecto a lo largo de las diferentes etapas del proceso. La incorporación de listas de verificación (checklists) complementó estas acciones, asegurando que se cumplan los procedimientos estandarizados, lo cual fue clave para reducir la variabilidad del proceso y estabilizar la línea de producción (Pérez Márquez, 2014).

La empresa realiza un monitoreo semanal del Yield para evaluar la eficiencia de cada área y establecer metas específicas en colaboración con el equipo de trabajo y los ingenieros asignados. Este seguimiento resulta crucial para detectar desviaciones tempranas en la calidad del proceso y para implementar acciones correctivas de forma oportuna. El proyecto surge a partir de una problemática identificada en el área de pintura, donde el Yield se encuentra consistentemente por debajo del 95% objetivo, tal como se muestra en Figura 1. En particular, se ha observado un incremento en la incidencia de defectos desde la semana 17 de producción, siendo la contaminación un problema recurrente. Este defecto representa aproximadamente el 0.973% del total de defectos anuales, lo que genera rechazos y retrabajos con importantes implicaciones económicas para la empresa. Actualmente, más del 10% de la producción es rechazada en la etapa de pulido, proceso en el cual se realiza el detallado de los cuerpos para obtener un acabado tipo espejo, libre de imperfecciones superficiales. El presente estudio se enfoca el análisis y la reducción del mayor defecto dentro del conjunto de los tres principales problemas de calidad de este proceso, el de contaminación, mientras que otros equipos de ingeniería se enfocarían en los defectos restantes.

Es importante destacar que este estudio se fundamenta en datos obtenidos a través de proyectos de vinculación realizados por estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la UABC. La colaboración estrecha con empresas del sector manufacturero ha permitido recabar información de primera mano sobre la problemática, evaluar la efectividad de las medidas implementadas y adaptar las soluciones a escenarios reales. Esta sinergia entre la academia y el sector productivo no solo refuerza la validez de los hallazgos, sino que también facilita la transferencia de conocimientos y la aplicación de mejoras continuas en los procesos productivos, beneficiando tanto a la empresa como a la formación integral de los futuros profesionales.

METODOLOGÍA

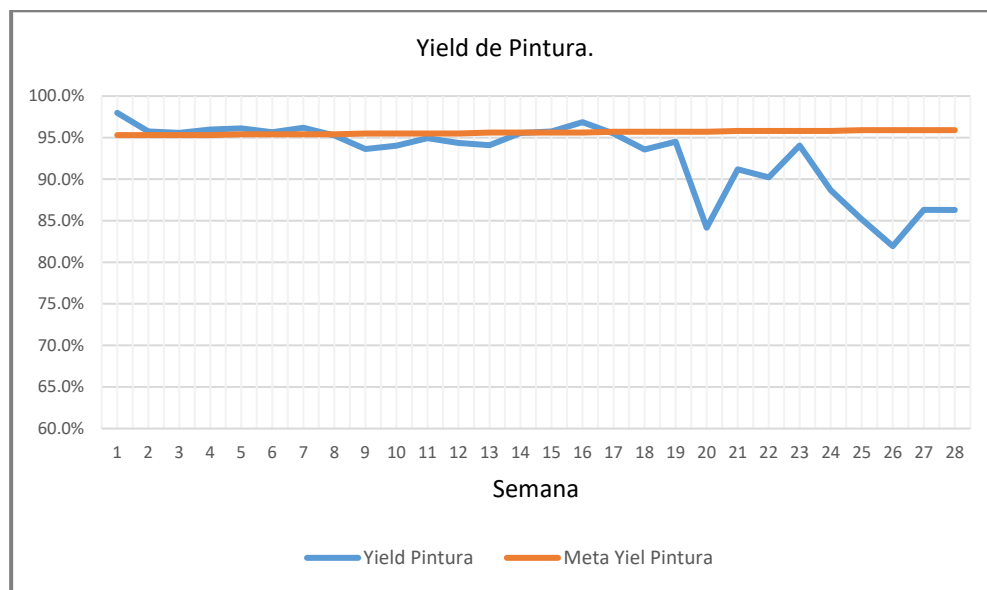
Metodología DMAIC

Para realizar mejoras significativas de manera consistente dentro de una organización, es fundamental emplear un modelo estandarizado de mejora. La metodología DMAIC, utilizada en Six Sigma, es un enfoque estructurado y disciplinado que consta de cinco fases interconectadas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Cada fase emplea herramientas específicas para responder a preguntas clave y guiar el proceso de mejora (Pyzdek & Keller, 2014).

DMAIC es una estrategia basada en datos que mejora los procesos y, aunque es un componente central de Six Sigma, también puede implementarse de manera independiente o en combinación con otros enfoques de mejora de la calidad, como Lean (Antony, 2006). A continuación, se describen sus fases:

- **Definir (Define):** Se establece el alcance del proyecto y los objetivos de mejora.
- **Medir (Measure):** Se recopilan y evalúan datos sobre el proceso.
- **Analizar (Analyze):** Se examinan los datos mediante herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales para identificar las causas raíz de los problemas.
- **Mejorar (Improve):** Se proponen e implementan soluciones basadas en el análisis previo.
- **Controlar (Control):** Se aplican métodos estadísticos para monitorear la estabilidad del proceso y prevenir la recurrencia de problemas (Montgomery, 2020).

Figura 1. *Yield de Proceso de pintura cuerpos de guitarra.*



Herramientas de Calidad.

Las siete herramientas básicas de calidad son técnicas gráficas ampliamente utilizadas en la gestión de calidad para identificar, analizar y resolver problemas. Su uso es accesible para individuos con formación básica en estadística (Ishikawa, 1985). Estas herramientas son:

1. *Diagrama de Ishikawa*: También conocido como diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, ayuda a visualizar factores que pueden estar contribuyendo a un problema (Montgomery, 2020).
2. *Hoja de Verificación*: Permite la recopilación y organización sistemática de datos en una tabla estructurada (Basu, 2004).
3. *Gráfico de Control*: Representa visualmente la evolución de un proceso en el tiempo, facilitando la detección de variaciones inusuales (Montgomery, 2020).
4. *Histograma*: Muestra la distribución de una variable en forma de barras, facilitando la interpretación de la variabilidad del proceso (Juran & Godfrey, 1999).
5. *Diagrama de Pareto*: Organiza datos en orden descendente para identificar los factores más críticos de un problema, aplicando el principio 80/20 (Juran & Godfrey, 1999).
6. *Diagrama de Dispersión*: Representa la relación entre dos variables para evaluar correlaciones potenciales (Montgomery, 2020).
7. *Muestreo Estratificado*: Separa datos en grupos homogéneos para un análisis más detallado de la variabilidad (Basu, 2004).

Pruebas de Hipótesis.

Una hipótesis estadística es una afirmación sobre los parámetros de una población o proceso, cuya validez se evalúa con base en datos muestrales (Montgomery & Runger, 2016). Por ejemplo, la hipótesis “este proceso produce menos de un 8% de defectos” puede formularse así: Hipótesis nula (H_0): $p = 0.08$ (la proporción de defectos es del 8%); Hipótesis alternativa (H_1): $p < 0.08$ (la proporción de defectos es menor al 8%).

El procedimiento de prueba parte del supuesto de que H_0 es verdadera y, si la evidencia estadística es suficiente para rechazarla, se acepta H_1 . En caso contrario, no se rechaza H_0 . Para llevar a cabo una prueba de hipótesis, se selecciona una muestra aleatoria, se calcula un estadístico de prueba y se compara con una región de rechazo previamente definida. Si el estadístico cae dentro de esta región, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa (Montgomery, 2020).

El Proceso de Pintura de Cuerpos de Guitarra

La mejora se implementó en el Edificio 5, encargado del proceso de pintura de los cuerpos de guitarra. Este proceso comprende varias etapas, que incluyen la aplicación de *under coat*, lijado intermedio, aplicación de color, aplicación de *top coat* y pulido como se muestra en la Figura 2. Para ello, se emplean herramientas especializadas como lijadoras, pulidoras y pistolas de presión de aire para la aplicación de la pintura.

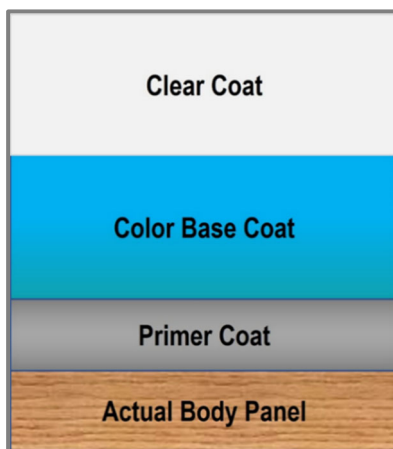
El proceso de pintura está conformado por tres etapas principales:

1. **Under Coat**: Se trata de una base uniforme de poliéster aplicada sobre la madera previamente sellada con gel UV. Este recubrimiento consta de tres capas superpuestas, con un tiempo de secado de una hora entre cada una.
2. **Color**: Consiste en la aplicación de la base de color sobre el *under coat*, hasta alcanzar el tono deseado. Este proceso se realiza 24 horas después de la aplicación del *under coat* y tras haber pasado por el lijado intermedio.
3. **Top Coat**: Se aplican tres capas de poliéster transparente (*polyester clear*) de manera uniforme sobre la base de color. La primera capa de *top coat* se aplica el mismo día de la

aplicación del color, seguida de dos capas adicionales con un tiempo de reposo de una hora entre cada una.

Este proceso estructurado y meticuloso garantiza un acabado de alta calidad en los cuerpos de guitarra, asegurando uniformidad, durabilidad y estética en el producto final.

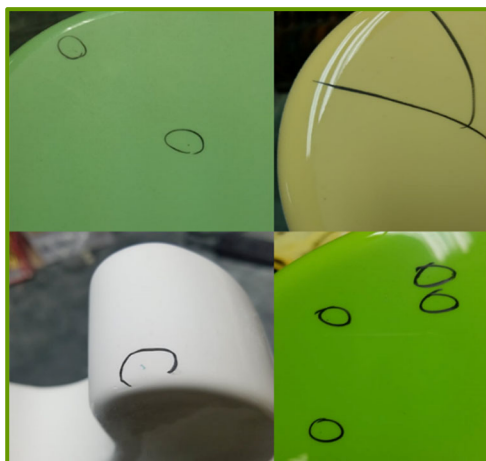
Figura 2. *Esquema del orden de capas de acabado del proceso de pintado.*



RESULTADOS

La contaminación en el proceso de pintura podemos definirla como la presencia de partículas o materiales extraños, tales como polvo, cabellos humanos, residuos de pintura de otro color, entre otros, que se incrustan en la superficie entre las capas de pintura. Estas impurezas, cuyo tamaño es superior a 1/64 de pulgada (≈ 0.3969 mm), pueden introducirse durante la aplicación o el secado entre capas, como se muestra en la Figura 3. La fuente de contaminación puede ser el ambiente o algún objeto presente en las cabinas de pintura, a pesar de los métodos de limpieza implementados.

Figura 3. *Imágenes de algunos ejemplos de contaminación en la pintura de las guitarras.*

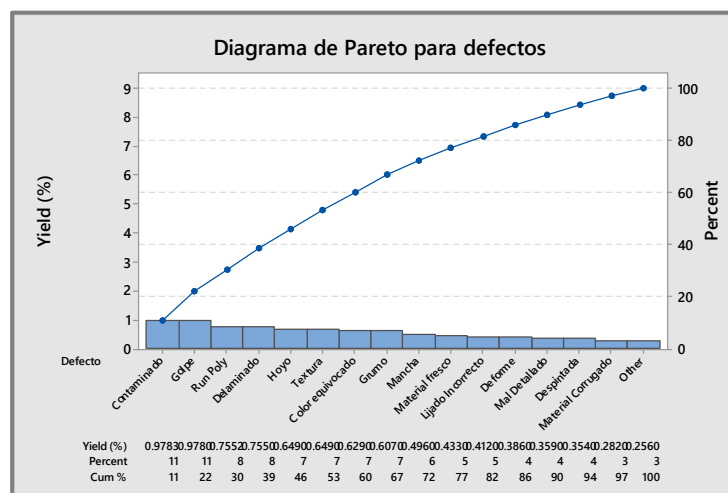


El proceso de pintura involucra diversas operaciones, incluyendo inspección, transferencia, limpieza y aplicación de pintura, cada una de las cuales agrega valor al producto. Dentro de este esquema, la limpieza de los cuerpos es un factor crucial en la mejora de la calidad. Debido a esto, las operaciones en el proceso de pintura incluyen actividades de limpieza implementadas antes y durante la aplicación de la pintura.

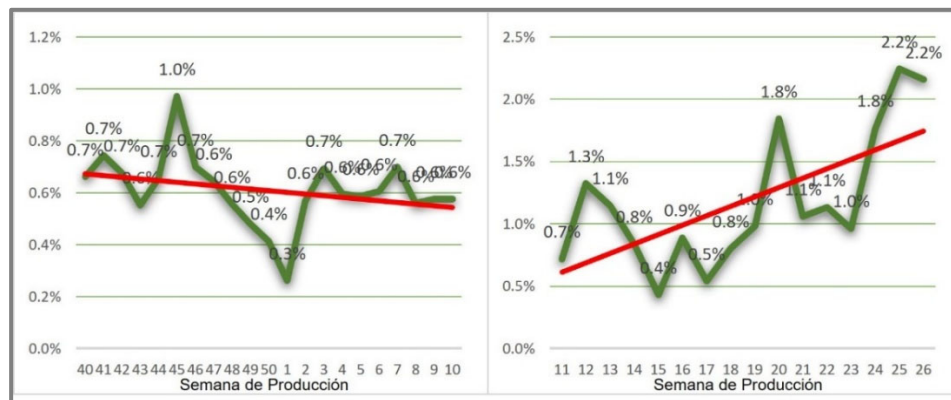
Definir

En la Figura 4 se presenta un diagrama de Pareto diseñado para identificar los defectos más significativos en el proceso de pintura. Los resultados indican que la contaminación constituye el defecto con mayor impacto en el rendimiento de producción, con una incidencia del 0.973% en el total de unidades procesadas en lo que va del año. Además, este defecto se encuentra entre los tres principales factores responsables de la reducción del Yield por debajo del 95% en el área de pintura, lo que pone de manifiesto su impacto en la disminución de la eficiencia del proceso.

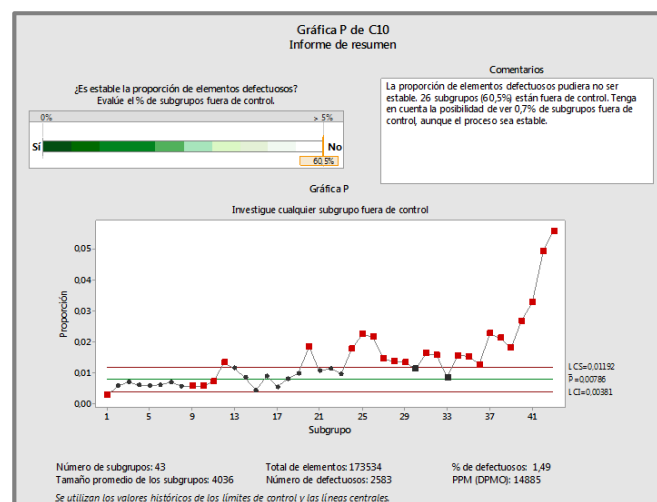
Figura 4. Pareto de defectos área de pintura (Promedio semana 1-28).



Se identificó que el área de pintura ha experimentado una reducción en el Yield desde la semana 17, situándose por debajo de la meta establecida, como se observa en la Figura 1. No se dispone de información concluyente sobre las causas del incremento en los defectos durante este periodo. A partir del análisis de los defectos, se realizó un diagrama de Pareto de primer nivel como se plasma en la Figura 4 para identificar los principales factores que han contribuido a la disminución del Yield, estableciendo que la contaminación es la causa predominante del aumento en los defectos. Con base en datos históricos, se generó un gráfico de tendencia como se muestra en la Figura 5 que evidencia un incremento progresivo del defecto a lo largo de las semanas.

Figura 5. *Proporción de contaminado de la semana 40 de 2023 a la semana 26 de 2024.*

Para evaluar la estabilidad de los defectos de contaminación en los datos, se realizó un análisis de proporciones, eliminando puntos fuera de especificación o que violaban las ocho reglas de control. Posteriormente, se ejecutó nuevamente el gráfico de proporción, obteniendo una distribución normal de los datos. Se observó que a partir de la semana 24 hubo un incremento en la producción, pasando de 850 a 1000 piezas diarias, y aumentando progresivamente hasta alcanzar 1250 piezas diarias. En el gráfico de proporción también en los datos podemos observar que a partir de la semana 38 hubo un crecimiento en la producción de 4 puntos consecutivamente, tal como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6. *Gráfico de proporción con límites definidos (contaminado).*

Una vez analizados los datos recabados, se definió como el objetivo principal del presente estudio el análisis de las tres principales operaciones de pintura (*Under Coat*, *Color* y *Top Coat*), enfocándose en la generación del defecto de contaminación en el área de pintura de cuerpos.

Medir

Se realizó un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) con el apoyo de para identificar los posibles modos de falla asociados a la contaminación y evaluar sus causas. Esto permitió obtener una mejor comprensión de las condiciones bajo las cuales se realiza la aplicación de pintura y los controles existentes en el proceso.

Se llevaron a cabo dos auditorías. La primera, realizada en la semana 42, tuvo como objetivo evaluar los controles existentes en el área de producción de pintura para prevenir la contaminación y verificar la documentación de los procedimientos. La segunda auditoría, ejecutada por los departamentos de ingeniería y mantenimiento, se enfocó en el análisis de las cabinas de pintura, incluyendo la inspección de paredes y sistemas de ventilación, encontrándose las siguientes deficiencias:

1. Filtros de cabinas con tiempo de vida expirado.
2. Acumulación de suciedad en las chimeneas de extracción de aire.
3. Falta de limpieza en el área de inyección de aire.
4. Ausencia de limpieza profunda en el pleno de las cabinas.

Analizar

Los datos obtenidos permitieron formular la hipótesis de que la limpieza de las chimeneas podría tener un impacto significativo en la reducción del defecto de contaminación. Tras la auditoría de mantenimiento, se implementaron acciones correctivas en la semana 25, cuyo proceso tomó dos días. Dado el tiempo necesario para que el material tratado llegara a la etapa de pulido, se recopilaron datos una semana después. Se realizó una prueba de hipótesis para proporciones, comparando dos semanas, antes y después de la limpieza, y con un nivel de confianza del 95%, se determinó que la proporción de defectos disminuyó significativamente tras el mantenimiento de las chimeneas, con un valor $P < 0.001$ como se puede observar en la Figura 7.

En la semana 43, una auditoría adicional reveló que los controles de limpieza y aplicación de pintura no se estaban ejecutando de manera rigurosa. Como medida correctiva, se documentaron los procedimientos y se capacitó a los operadores en la aplicación de las normas establecidas. Además, se asignaron dos operadores adicionales para garantizar la limpieza de los racks utilizados en la aplicación de pintura. Una prueba de hipótesis con un 95% de confianza confirmó que la limpieza de racks redujo la incidencia del defecto por contaminación.

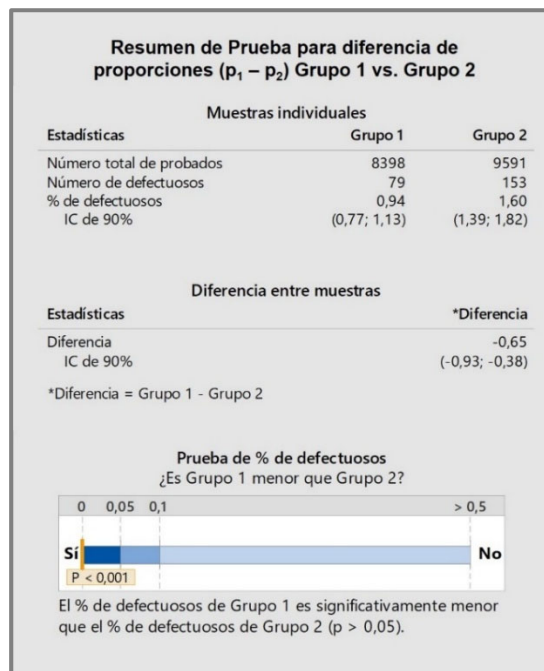
Mejorar y controlar

Se revisaron y actualizaron los controles existentes, incorporando la información relevante en las ayudas visuales del proceso. Se verificó que la falta de seguimiento a los controles de limpieza influía en la contaminación, impactando directamente en la calidad del producto. Para reforzar estas mejoras, se establecieron los siguientes controles:

- Checklist diario para aplicadores, con el fin de verificar la limpieza de las cabinas de pintura.
- Checklist de facilitador, enfocado en la supervisión de filtros y seguimiento de los gráficos de control en producción.

- Checklist de entrega de racks, donde los racks deben ser inspeccionados antes de su uso, y en caso de no cumplir con los estándares de limpieza, serán rechazados y devueltos para su corrección.
- Programa de mantenimiento de chimeneas, estableciendo un ciclo de limpieza cada 10 semanas.

Figura 7. Prueba de hipótesis limpieza y mantenimiento de chimeneas. Grupo 1 (semana después de limpieza) vs. Grupo 2 (semana antes de limpieza).



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron identificar la contaminación como el principal defecto que impacta en la reducción del Yield por debajo del 95%, derivado de deficiencias en los controles de limpieza y mantenimiento de equipos. El análisis de las operaciones (Under Coat, Color y Top Coat) mostró que las condiciones ambientales y el estricto cumplimiento de los protocolos de limpieza inciden directamente en la aparición de defectos. Herramientas de calidad, como el diagrama de Pareto y gráficos de proporción, revelaron una tendencia creciente del defecto desde la semana 24, coincidiendo con el aumento de la producción diaria, y se detectaron fallas en la limpieza de cabinas, ventilación y manejo de filtros.

Las pruebas de hipótesis confirmaron que las acciones correctivas en la limpieza de chimeneas, la inspección de racks y la aplicación de pintura reducen efectivamente el defecto por contaminación. En este contexto, la implementación de controles documentados y la capacitación del personal en buenas prácticas de limpieza y mantenimiento resultan esenciales para estabilizar el proceso y minimizar la variabilidad en la calidad.

En base a estos hallazgos, se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza y revisión periódica de filtros, chimeneas y cabinas de

pintura. Asimismo, es crucial reforzar la supervisión mediante listas de verificación diarias y auditorías semanales, optimizar la inspección de racks y mantener un monitoreo estadístico continuo del defecto para evaluar la efectividad de las mejoras y realizar ajustes oportunos.

Además, es relevante destacar el impacto positivo que estos proyectos de mejora tienen en la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial. La participación en proyectos de vinculación con el sector productivo les permite aplicar conocimientos teóricos en situaciones reales, fortaleciendo habilidades analíticas, de resolución de problemas y trabajo en equipo. Esta experiencia práctica enriquece su aprendizaje y fomenta una integración más sólida entre la academia y la industria, preparándolos integralmente para enfrentar los desafíos del entorno profesional actual.

BIBLIOGRAFÍA

- Antony, J. (2006). *Six sigma for service processes*. *Business Process Management Journal*, 12(2), 234–248. <https://doi.org/10.1108/14637150610657558>
- Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). *Lean Six Sigma for small and medium sized enterprises: A practical guide*. CRC Press/Taylor & Francis.
- Basu, R., & Wright, J. N. (2003/2004). *Quality beyond Six Sigma*. Butterworth-Heinemann/Routledge. (Libro; ed. 2003).
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013/2008). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (2.^a o 3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*. Prentice-Hall. (Libro; edición en inglés 1985;
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (Eds.). (1999). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.
- McShane-Vaughn, M. (2022/2023). *The ASQ Certified Six Sigma Black Belt Handbook* (4th ed.). ASQ/Quality Press. (Folio de 2023; refleja el BoK 2022).
- Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. *Applied statistics and probability for engineers* (Wiley).
- Pérez Márquez, M. (2014/2016). *Control de calidad: Técnicas y herramientas*. RC Libros (2014). Edición mexicana: Alfaomega (2016).
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0071840532>; https://www.mheducation.com/highered/mhp/product/six-sigma-handbook-fourth-edition.html?utm_source=chatgpt.com

ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO

ZONE OF PROXIMAL DEVELOPMENT

I. Olivos Barranco¹
P. D. U. Avendaño López²
A. Núñez Cuadra³

RESUMEN

El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es entendida por Vigotsky como "la distancia entre el nivel real del desarrollo, y el nivel de desarrollo potencial". Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*. El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inicio formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023 como un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo se convierte, al socializar el proceso hacedor a través del lenguaje, en una ZDP. Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, los estudiantes materializan los conceptos teóricos de física y matemáticas.

ABSTRACT

The Educational Model of the Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanism for social justice" lays the foundations of its academic work at the meeting point between socioconstructivism and critical thinking. A Zone of Proximal Development (ZDP) is understood by Vigotsky as "the distance between the actual level of development and the level of potential development". Makerspaces have had a constant growth since they were created, especially in universities, and the way in which the Maker movement puts into practice, in an intrinsic way, the theories of constructivist learning has attracted attention. In Mexico, however, few universities have a Makerspace. The Maker Classroom Laboratory of the Instituto Tecnológico de Milpa Alta formally began its operation on September 8, 2023 as a space to share ideas that when materialized in a model or prototype becomes, by socializing the maker process through language, a ZDP. By carrying out projects in the Aula Maker Lab, students materialize the theoretical concepts of physics and mathematics.

ANTECEDENTES

El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Por medio de la conjunción de ambas perspectivas se prepara al estudiantado para actuar con autonomía, autogestión y liderazgo en escenarios complejos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) debe, por un lado, ofrecer una estructura donde se aseguren los conocimientos en ciencias básicas y matemáticas como sustento de todas las áreas formativas y, por otro lado, que pueda adaptarse a las fronteras del conocimiento y necesidades del entorno (Tecnológico Nacional de México, 2024).

¹ Profesor de carrera. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. iob.olivos@gmail.com

² Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. pavell183362@gmail.com

³ Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Tlalpan. cuadra.na@gmail.com

Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), como se muestra en la Figura 1, es entendida por Vigotsky como “la distancia entre el nivel real del desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un docente en colaboración con otro compañero más capaz” (Vigotsky, 1979, p.133). Esta definición destaca la importancia del ámbito social, pues a través de la colaboración y realización de actividades el estudiantado comparte y “negocia” ciertas interpretaciones, compartiendo signos y símbolos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Figura 1. Zonas de Desarrollo Próximo (ZDP).



Fuente: Tecnológico Nacional de México (2024)

El TecNM ofrecerá a sus estudiantes escenarios mediados y ambientes abiertos de aprendizaje, que fomenten experiencias de aprendizaje tomando en consideración diferentes niveles en su proceso de desarrollo, ubicando los productos acabados de desarrollo (nivel de desarrollo real) como un elemento secundario de consideración. Un escenario mediado es aquel en la que el estudiante tiene una participación guiada por el profesor que actúa como mediador entre los conocimientos teórico-conceptuales y su aplicación en situaciones tanto ideales como reales (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Por otro lado, un ambiente abierto de aprendizaje es un espacio, ya sea virtual o físico, que está centrado en las y los estudiantes, brindándoles flexibilidad en el acceso a los materiales y herramientas disponibles para su aprendizaje sin necesidad de estar inscrito a un curso o de seguir un plan de estudios y que, en el caso de un espacio físico, el uso de los materiales está mediado por un docente facilitador.

En los años cincuenta del siglo pasado, surgió un movimiento conocido como *Do It Yourself* (DIY, “Hágalo usted mismo”, en español), cuyo propósito es incentivar a las personas para que realicen actividades como reparaciones en el hogar, fabricación de muebles e incluso la construcción de artefactos tanto decorativos como utilitarios. En 2005, este movimiento fue retomado por Dale Dougherty, de O’Reilly Media, quien lanzó la revista Make®, con lo cual inició lo que ahora se conoce como *Maker Movement* o “movimiento hacedor”. A partir de 2006, en Estados Unidos comenzaron a realizarse las Maker Faires®, exhibiciones de los proyectos realizados por los entusiastas de ese movimiento emergente.

En años recientes, el movimiento *Maker* ha recibido mucha atención, pues se ha convertido en una forma de expresión creativa y comunitaria, con un número creciente de seguidores. El movimiento tiene tres componentes principales: 1) *Making*, como un conjunto de actividades, 2) los *Makerspace*, como comunidades de práctica y 3) los *Makers* como individuos (Halverson & Sheridan, 2014).

Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*.

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación es del tipo documental mixta cuantitativa – cualitativa. Se enumeran y describen las actividades que se han realizado el Laboratorio Aula *Maker*, como un espacio para compartir herramientas, conocimientos e ideas (Colindres, 2015).

Para el Tecnológico Nacional de México, una competencia es la integración y aplicación estratégica de conocimientos, procedimientos y actitudes necesarios para la solución de problemas de contexto, con una actuación profesional, ética, eficiente y pertinente en escenarios laborales heterogéneos y cambiantes (Tecnológico Nacional de México, 2014).

Este concepto de competencia más allá de lo cognitivo y lo laboral se centra en la definición y comprensión del ser competente como una forma de vida, por lo tanto, se centra en formar competencias para la vida (Gamino-Carranza & Acosta-González, 2016).

Los Programas de Estudio que se desarrollan en el TecNM están soportados por los siguientes contenidos (DGEST, 2012):

- Los contenidos conceptuales -el saber- son constructos teóricos que ayudan al estudiante a resolver un problema de carácter científico. Son de carácter disciplinario y fundamentan a los contenidos procedimentales.
- Los contenidos procedimentales -el saber hacer- son ejecuciones de procesos, métodos, técnicas y procedimientos relacionados con el tratamiento de problemas de producción. En el saber hacer se expresan de manera operativa los contenidos conceptuales.
- Los contenidos actitudinales -el saber ser- son pautas habituales de actuación que conforman el perfil ético de la persona como profesional.

Estos contenidos de los Programas de Estudio y del Modelo Educativo "Humanismo para la justicia social" del TecNM se toman como base para el desarrollo del proyecto Laboratorio Aula *Maker*, considerando que las características de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en proyectos, uso de herramientas y nuevas tecnologías pueden coadyuvar al logro de los objetivos en la adquisición de competencias genéricas e instrumentales que den soporte al pensamiento crítico y creativo para transformar a la sociedad.

El pensamiento crítico es una de las habilidades más apreciadas en los mercados de trabajo pues fortalece el análisis sistémico y la formulación de alternativas de solución (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Laboratorio Aula *Maker* que se muestra en la Figura 2, es un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo permite, de forma simultánea, socializar el proceso hacedor a través del lenguaje.

Figura 2. Laboratorio Aula *Maker* del TecNM - I.T. de Milpa Alta.



Con la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación se fortalece la labor académica y se contribuye a la generación del conocimiento, a través del desarrollo de productos, diseños, procesos y servicios que mejoran la calidad de vida de la sociedad (TecNM, 2020).

La Innovación Tecnológica es el resultado de acciones que propicien el desarrollo, la producción y la comercialización de nuevos o mejorados productos y/o servicios. Incluye además la reorganización de procesos productivos, la asimilación o mejora sustancial de un

servicio o proceso productivo y que todas estas acciones hayan satisfecho una necesidad social o que estén avaladas por su éxito comercial (DGEST, 2012).

El fortalecimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico, la vinculación y el emprendimiento (TecNM, 2020) es uno de los ejes estratégicos que se plantean dentro del TecNM. Los indicadores de este eje estratégico son la conformación de grupos de trabajo interdisciplinario para la innovación y emprendimiento, así como el desarrollo de prototipos e iniciativas de nuevos negocios en la comunidad TecNM.

RESULTADOS

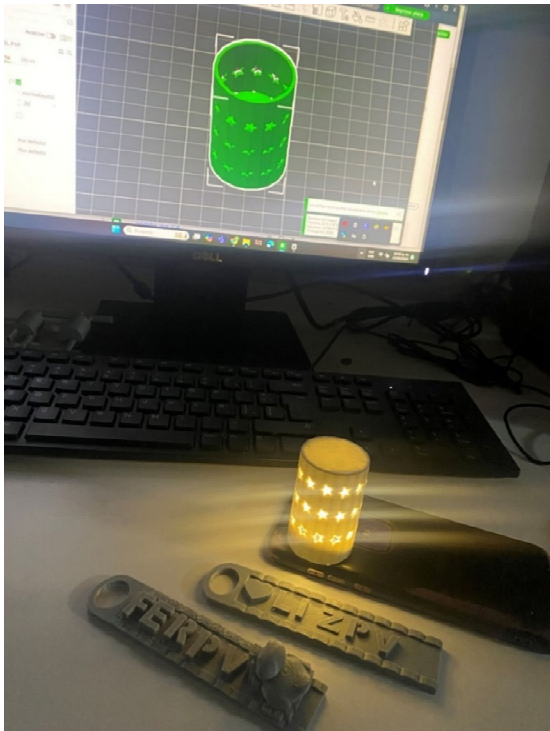
El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inicio formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023. A partir de esa fecha se han realizado prácticas, como se muestra en la Tabla 1, utilizando equipos, material de laboratorio, herramientas menores y la impresora 3D.

Tabla 1. Prácticas realizadas en el Laboratorio Aula Maker.

Carrera	Asignatura	Práctica
Ingeniería Bioquímica	Electromagnetismo	La carga eléctrica Conductores y aislantes Campo eléctrico Campo magnético Ley de Lenz
	Cálculo Vectorial	Impresión 3D de curvas helicoidales
Ingeniería en Sistemas Computacionales	Principios eléctricos y Aplicaciones Digitales	Resistores y Ley de Ohm Resistores en serie Resistores en paralelo Diodo de cristal Diodo Zener Transistor Puertas lógicas Mapa de Karnaugh
	Física General	Equilibrio en 2 dimensiones Espejos y lentes Cargas electrostáticas Capacitores Resistencias Inductores Imanes y campo magnético
	Dibujo asistido por computadora	Impresión 3D de llavero personalizado
Ingeniería en Gestión Empresarial	El Emprendedor y la Innovación	Impresión 3D de maqueta de producto
Ingeniería en Industrias Alimentarias	Taller de control estadístico de procesos	Uso del vernier

Una práctica de laboratorio es una actividad guiada que aplica conceptos teóricos previamente definidos y que busca obtener ciertos resultados acordes con el tema en cuestión. En estas prácticas el enfoque constructivista se utiliza de manera intrínseca, por lo que la idea de *aprender haciendo* se aplica cotidianamente (Olivos et al., 2024). Esta misma metodología de trabajo se puede extrapolar hacia la realización de nuevas prácticas utilizando equipos modernos como por ejemplo la impresión 3D de curvas helicoidales para la asignatura de Cálculo Vectorial.

Figura 3. *Impresión 3D de maqueta de producto y llavero personalizado.*



La impresión 3D es una tecnología de fabricación aditiva que crea una impresión de plástico (PLA) mediante la superposición iterativa de los materiales necesarios hasta completar el producto final. La impresión 3D suele ser más rápida que las alternativas convencionales para la fabricación de plástico, lo que la ha convertido en una opción cada vez más popular en la industria 4.0.

Además de las prácticas, también se han impartido talleres y realizados proyectos académicos, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Talleres y proyectos realizados en el Laboratorio Aula Maker.*

Actividad	Producto
Taller de máquinas y herramientas	Pieza decorativa realizada con tiras de hierro soldado
Taller de impresión 3D	Pieza impresa en 3D con filamento PLA
Taller aprende a soldar	Circuito con iluminación LED y sensor de sonido
Proyecto final de la asignatura Sistemas Programables	Impresión 3D de Robot bailarín y robot sumo
Proyecto final de la asignatura fundamentos de telecomunicaciones	Impresión 3D a escala de rack para site

En los talleres se desarrollan habilidades manuales -el saber hacer-, así como competencias actitudinales como el trabajo en equipo -el saber ser-.

CONCLUSIONES

La creatividad y la innovación han permitido el desarrollo de innumerables avances tecnológicos que son parte de la vida cotidiana en la actualidad.

El movimiento *Maker* es una respuesta a la necesidad de socialización del aprendizaje. Se retoma la base de aprender haciendo, inherente al ser humano, y se aplica con el uso de nuevas tecnologías. Esta tendencia llama la atención de la educación formal debido a que se identifican los componentes constructivista y constructorista del movimiento *Maker*.

La impresión 3D promueve la innovación y creatividad ya que brinda la posibilidad de materializar una idea en algo tangible.

Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, como el que se presenta en la Figura 4, los estudiantes pueden materializar conceptos teóricos de física y matemáticas impartidos en las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Figura 4. *Pieza decorativa realizada en el Laboratorio Aula Maker.*



Los beneficios que tendrá el estudiante al hacer uso del Laboratorio Aula Maker, las estrategias para crear experiencias de aprendizaje, la evaluación de las competencias adquiridas, son algunas líneas de investigación a seguir.

BIBLIOGRAFÍA

Colindres, C. R. (2015). Makerspace: Un novedoso servicio a ser considerado por bibliotecas públicas y académicas. Infoboletín ABES, 1(1), s. p. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/55743579/infoboletin-abes-no-1>

- DGEST. (2012). Modelo educativo para el siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales. Dirección General de Educación Superior Tecnológica.
- Gamino-Carranza, A., & Acosta-González, M. G. (2016). Modelo curricular del Tecnológico Nacional de México. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 212–232. <https://doi.org/10.15359/ree.20-1.10>
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Olivos, I., Suárez, J., & Mendoza, F. Y. (2024). Un plan para crear un makerspace. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. <https://itmilpaalta.edu.mx/pag/makerspace.php?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2014). Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales del Tecnológico Nacional de México. <https://tesvb.edomex.gob.mx/sites/vbravo.tecnm.mx/files/files/Aspirantes/Carreras/Modelo%20Educativo%20para%20el%20siglo%20XXI.pdf?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2020). Programa de Desarrollo Institucional (PDI) 2019–2024. <https://ith.mx/documentos/ITH%20PDI%20V7%202018%202024.pdf?utm>
- Tecnológico Nacional de México. (2024). Modelo educativo del TecNM: Humanismo para la justicia social. https://www.tecnm.mx/archivos/slider/Modelo_Educativo_del_TecNM_digital_orig.pdf?utm
- Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores (2.^a ed.). https://www.academia.edu/42955149/EL_DESARROLLO_DE_LOS_PROCESOS_PSICOL%C3%93GICOS_SUPERIORES?utm

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN LA MATERIA DE ANÁLISIS NUMÉRICO: ENFOCADO AL DESARROLLO DE PROYECTOS

TEACHING/LEARNING METHODOLOGIES IN THE FIELD OF NUMERICAL ANALYSIS: FOCUSING ON A PROJECT'S DEVELOPMENT

E. Reyes Sánchez¹
A. Hernández Rodríguez²
A. Sánchez Flores³
A. Reyes⁴

RESUMEN

El presente trabajo está orientado a compartir experiencias adquiridas, con relación a la integración de metodologías de enseñanza/aprendizaje dentro de la asignatura de Análisis Numérico, con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Este estudio muestra distintas metodologías de enseñanza/aprendizaje aplicadas. El estudio se centra en la implementación de un proyecto final, en donde los estudiantes exploran la integración entre hardware y software para la recopilación y análisis de datos; mediante la implementación de los métodos numéricos aprendidos. En la sección de resultados se presentan evidencias de la implementación de los métodos numéricos con los datos recolectados. Las conclusiones destacan la importancia de innovar con otras metodologías de enseñanza/aprendizaje, esto con la finalidad de que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje.

ABSTRACT

This work is aimed at sharing acquired experiences, in relation to the integration of teaching/learning methodologies within the subject of Numerical Analysis, with students from the Faculty of Engineering of the Autonomous University of San Luis Potosí. This study shows different teaching/learning methodologies applied. The study focuses on the implementation of a final project, where students explore the integration between hardware and software for data collection and analysis; through the implementation of the numerical methods learned. In the results section, evidence of the implementation of numerical methods with the collected data is presented. The conclusions highlight the importance of innovating with other teaching/learning methodologies, with the aim of making the student the protagonist of their learning.

ANTECEDENTES

Hoy en día diferentes estudios han arrojado que el aprendizaje no solo se obtiene estudiando. Dichos estudios están dedicados a entender el aprendizaje, ¿qué es? y ¿cómo se construye?, (Iván Moringo & Fenner, 2021).

Dentro de los estudios de investigación acerca del proceso de enseñanza/aprendizaje en un aula de clase, se sabe que existen varios tipos de enseñanza, los cuales se clasifican en diversas categorías según sea la metodología empleada, ya sea por el rol del profesor, del estudiante y del enfoque pedagógico, (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010).

¹ Profesor asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ericka.sanchez@uaslp.mx.

² Profesor Investigador y Jefe de Área Mecánica y Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. aurelio.hernandez@uaslp.mx.

³ Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. alejandra.flores@uaslp.mx.

⁴ Profesor asignatura. Universidad Politécnica de San Luis Potosí, alejandro.reyes@upslp.edu.mx.

Metodologías de enseñanza y aprendizaje

Hablar de metodologías de enseñanza/aprendizaje se refiere a los métodos que los docentes emplean dentro de un aula de clase como actividad diaria; de acuerdo con (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010) existen diez metodologías.

Enseñanza tradicional: el docente actúa como principal transmisor de conocimientos, se utilizan explicaciones y presentaciones orales y los estudiantes solo son receptores que toman notas.

Enseñanza participativa: promueve el diálogo entre docentes y estudiantes. Los estudiantes intervienen con preguntas, comentarios o reflexiones.

Enseñanza activa: los estudiantes son el centro del aprendizaje, donde se incluyen actividades prácticas, experimentos y proyectos.

Aprendizaje cooperativo: se trabaja en equipos pequeños donde los estudiantes colaboran para lograr objetivos comunes; con este aprendizaje se fomenta la comunicación, la negociación y el trabajo en equipo.

Enseñanza personalizada: se adapta a las necesidades, intereses y ritmos individuales de aprendizaje de los estudiantes. Ofrece retroalimentación individualizada.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP): los estudiantes trabajan en proyectos que integran diversos conocimientos. El enfoque es práctico y aplicado a problemas del mundo real.

Enseñanza mediante el uso de tecnologías: integra herramientas digitales como simuladores, vídeos educativos, plataformas virtuales. Permite acceso a contenidos en línea y actividades interactivas.

Método de enseñanza por descubrimiento: los estudiantes desarrollan habilidades de exploración y experimentación. Aprenden a través de la búsqueda de soluciones a problemas.

Enseñanza híbrida (*Blended learning*): combina enseñanza presencial con actividades virtuales, fomenta la flexibilidad y la autonomía del estudiante.

Enseñanza lúdica: integra juegos y actividades recreativas para aprender, es especialmente útil para mantener la motivación y la participación.

Para la elaboración de este trabajo se eligieron cinco métodos de enseñanza: enseñanza tradicional, aprendizaje cooperativo, enseñanza participativa, aprendizaje basado en proyectos y enseñanza mediante el uso de tecnologías.

Esto es porqué la materia que se eligió para este estudio es Análisis Numérico, ya que el objetivo general de esta asignatura es: “Analizar y aplicar herramientas del análisis matemático para la solución numérica de diversos problemas que surgen en ingeniería; identificar si un método es aplicable a una solución en específico y determinar si la

metodología propuesta conducirá a un algoritmo que converja a la solución en cuestión a través del desarrollo de algoritmos computacionales”.

Los métodos numéricos que aprenden los estudiantes en esta materia están relacionados con: solución de ecuaciones de una variable, solución de sistemas de ecuaciones lineales, ajuste de curvas, interpolación numérica, derivación e integración numérica y solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Se realizó una reflexión acerca del objetivo general y de los objetivos particulares que la asignatura de Análisis Numérico persigue, se decidió implementar los cinco métodos de enseñanza antes mencionados; esto con la finalidad de innovar en el proceso de formación de ingenieros en dicha materia.

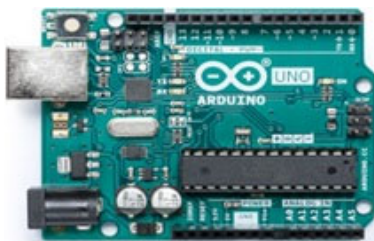
Para el método Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se decidió que los estudiantes trabajen con un sistema embebido y un sensor. Un sistema embebido es una combinación de hardware y software diseñados para realizar una función específica, (Heath, 2003). Un sensor es un dispositivo electrónico, en la Figura 1 se presentan algunos tipos de sensores electrónicos; existen distintos tipos y cada uno cuenta con diferentes características. Se utilizan para poder detectar las diferentes magnitudes físicas.

Figura 1. *Diferentes tipos de sensores.*



Fuente: (BricoGeek, s.f.)

La tarjeta Arduino Uno que se muestra en la Figura 2, es un sistema embebido, el cual se encuentra fácilmente en el mercado por ser económica, (digitalic, 2020). El objetivo de utilizar esta tarjeta es que el estudiante puede desarrollar habilidades en el diseño de algoritmos, control de sensores y motores, resolución de problemas en tiempo real, exploren conceptos como la adquisición de datos, la visualización de información o la comunicación entre los dispositivos. Esta tarjeta se ha utilizado en los últimos años dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje facilitando al estudiante la parte experimental.

Figura 2. *Tarjeta Arduino Uno.*

Para la enseñanza mediante el uso de tecnología, en la materia de Análisis Numérico se utiliza un Gestor de Contenido Educativo llamado didacTIC UASLP, como se puede ver en la Figura 3, en el cual, el material didáctico elaborado por el docente ya está disponible al inicio del curso, cuenta con vídeos sugeridos para el seguimiento de la materia, también es utilizado para subir las tareas y el proyecto final, (Reyes Sánchez & Hernández Rodríguez, 2022).

Figura 3. *Plataforma didacTIC.*

Fuente: (UASLP, s.f.)

Otra de las herramientas digitales importantes que se incluyó dentro del aprendizaje por proyectos fue la Inteligencia Artificial (IA). IA se ocupa de crear programas informáticos capaces de ejecutar operaciones compatibles a las que realiza la mente humana, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

Chat GPT es una IA, la cual tiene una familia de modelos de lenguaje desarrolla por OpenAI, está diseñada para la generación de texto en formato de conversación, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

La relevancia de este trabajo es fomentar la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros, es por esto que se eligieron cinco metodologías de la enseñanza, y este trabajo pretende describir la integración de estas cinco metodologías para la asignatura de Análisis Numérico; cabe destacar que la metodología tradicional sigue presente, sin embargo, esta metodología ha sido enriquecida por las otras cuatro metodologías.

METODOLOGÍA

Se partió de dos objetivos: uno es que los estudiantes comprendan la importancia de la precisión de la adquisición de los datos y el otro es la implementación de los métodos numéricos en los datos reales dentro de la asignatura de Análisis Numérico, se decidió pedirles a los estudiantes que desarrollaran un proyecto, el cual está dividido en dos partes principales: una es la adquisición de datos de manera física y la otra parte es el desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos que se plantean en el aula de clases.

La realización de este trabajo se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en el Área Mecánica Eléctrica. Los estudiantes son de las carreras: Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Electricidad y Automatización.

Esta nueva forma de trabajar en la materia se implementó en los semestres 2023-2024/II y 2024-2025/I, teniendo 24 alumnos por cada semestre.

Al comienzo de cada semestre, se les pidió a los estudiantes que trabajaran en equipo de dos personas, con los cuales trabajarían todo el semestre para la entrega de sus tareas y el proyecto final.

Las indicaciones que se les dio para realizar el proyecto final de la parte física fueron:

- a) Elegir un sistema embebido: Arduino Uno o Raspberry Pi.
- b) Elegir un sensor que sea compatible con la tarjeta que eligieron para trabajar: sensor de temperatura, sensor de luz, sensor de movimiento, sensor de humedad o sensor de sonido.

Una vez elegido el hardware para trabajar, se les solicitó que instalaran el software en su computadora para poder realizar la adquisición de datos, sin embargo, es sabido que la tarjeta Arduino UNO es limitado es su capacidad para almacenar datos; por lo que se tuvo que instalar otro software llamado PLX-DAQ-v2. Este software ayuda para la adquisición de datos y que estos se puedan almacenar en la memoria de la computadora. Al final de esto, el vector de datos recabado es mostrando en una hoja de EXCEL.

Conociendo las limitaciones que presenta la tarjeta, se les pidió a los estudiantes que solo recabaran 1000 datos y que se contestara la siguiente pregunta: ¿Cuántas muestras por segundo habían recabado?

Una vez ya instalado toda la parte del hardware, se procedió a que los estudiantes trabajaran con los datos recabados en los siguientes Métodos Numéricos:

1. Regresión Polinomial
2. Interpolación de Lagrange
3. Interpolación de Newton
4. Métodos de Derivadas, elige solo un método:
 - a) Hacia atrás
 - b) Hacia adelante
 - c) Centrada
5. Métodos de Integración
 - a) Regla del Trapecio

- b) Regla de Simpson 1/3 y 3/8
- 6. Método de Runge-Kutta 4º orden

Cabe mencionar que, al inicio del curso, los estudiantes aprendieron a trabajar con el Software Matlab Online, es por esto por lo que en esta parte del proyecto se les pidió a los estudiantes utilizaran ChatGPT como apoyo para realizar los programas e implementarlos en Matlab Online.

Rubrica para calificar el proyecto de Análisis Numérico

Para evaluar este proyecto se les envió una Rubrica del Proyecto, con la finalidad de dejar claro los aspectos importantes que se quieren evaluar y los grados de logro.

El proyecto tiene una ponderación de 100 puntos en total. Se dividió en seis partes:

1. Portada (5 puntos)
2. Introducción (5 puntos)
3. Metodología (5 puntos)
 - A. Material para utilizar
 - B. Desarrollo del proyecto
 - a) Etapa 1.- Instalación de Software de la tarjeta Arduino Uno en su computadora y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
 - b) Etapa 2.- Adquisición de los datos y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
 - c) Etapa 3.- Desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos señalados, con ayuda de Chat GPT. (25 puntos)
4. Resultados (25 puntos)
5. Conclusión (10 puntos)
6. Bibliografía (5 puntos)

Rubrica de los vídeos del proyecto de la materia Análisis Numérico

Con la finalidad de corroborar que el estudiante realmente instalo, aprendió la forma de adquirir datos y recolecto los datos en su computadora, se les solicito que realizaran un vídeo donde se muestre que están instalando la tarjeta, conectando el sensor y que se está genera el vector de datos en Excel.

El vídeo debe durar por lo menos 2 minutos, los estudiantes deben presentarse al inicio del vídeo, no presentar solo manos, se debe mostrar que los dos estudiantes están realizando la actividad, realizar un acercamiento al Arduino Uno, a la conexión del Arduino y la computadora y por último a la pantalla de la computadora.

Cabe señalar que se les advirtió a los estudiantes que sin vídeo el proyecto tiene un valor de calificación de 50 puntos.

RESULTADOS

Como resultado de los proyectos de la materia de Análisis Numérico, en la parte de hardware, los estudiantes entregaron dos vídeos. Uno es evidencia de la instalación de la tarjeta Arduino Uno y sensor, ver Figura 4 y el otro es un vídeo de adquisición de los datos, ver Figura 5. Hasta esta parte del proyecto, los problemas que llegaron a tener los estudiantes, ellos mismos lograron resolverlos, a pesar de que se les dijo que se les daría apoyo por si se les complicaba

la conexión entre la tarjeta y su computadora, sensor y Arduino UNO, así como también en la parte de adquisición de datos en su computadora.

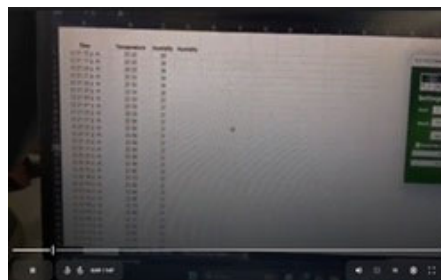
Figura 4. *Ejemplo de trabajo del alumno.*



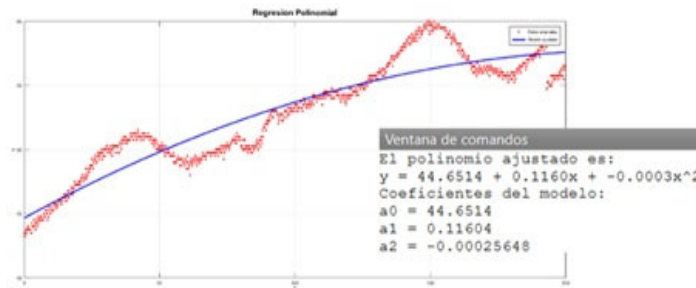
Debido a que se les dio libertad de que ellos eligieran el sensor; los datos recolectados por los estudiantes son de distintos sensores, por ejemplo: temperatura, ultrasónico y sensor de luz; ya que son de bajo costo. Recordemos que también se les sugirió otro tipo de sistema embebido, por ejemplo: la tarjeta Blackberry Pi, siendo esta más costosa que la tarjeta Arduino UNO, es por eso por lo que todos decidieron trabajar con la tarjeta Arduino Uno.

Los estudiantes entregaron un reporte final, el cual contiene la instalación del Hardware y las etapas explicas en la rúbrica; en el reporte también se presenta los resultados de los programas realizados. Recordemos que se les dijo a los estudiantes que utilizaran ChatGPT para la elaboración de los programas de cada método mencionada en la rúbrica.

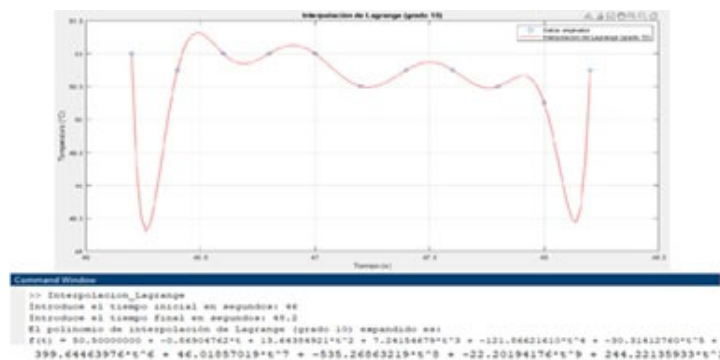
Figura 5. *Vídeo de adquisición de datos.*



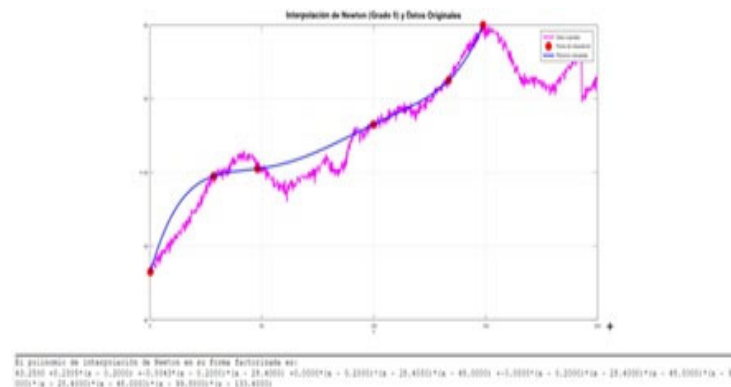
En la Figura 6 se presenta los resultados del Método de Regresión Polinomial (MRP). De color rojo se muestran los datos adquiridos a través de un sensor de temperatura y la gráfica de color azul muestra los datos del polinomio obtenido de MRP.

Figura 6. Resultados aplicando el Método de Regresión Polinomial.

La Figura 7 muestra el Método de Lagrange, los marcadores en circulo de color azul son los datos del sensor y la gráfica de color rojo es el resultado del Polinomio de Lagrange.

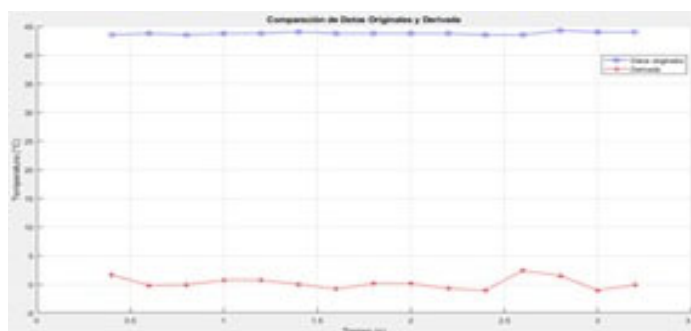
Figura 7. Resultados aplicando el Método del Polinomio de Lagrange.

En la Figura 8 se muestran los resultados del Método de Interpolación de Newton (MIN). La gráfica de color magenta son los datos tomados por el sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos utilizados para realizar la Interpolación de Newton y la gráfica de color azul es la gráfica del Polinomio de Interpolación de Newton.

Figura 8. Resultados aplicando el Método de Interpolación de Newton.

La Figura 9 muestra el resultado del Método de Diferencia Dividida Finita Centrada (MDDFC). Los marcadores circulares de color azul son los datos utilizados para realizar MDDFC, los marcadores de asterisco de color rojo son el resultado de MDDFC.

Figura 9. Resultados aplicando el Método de Diferencia Dividida Finita Centrada.

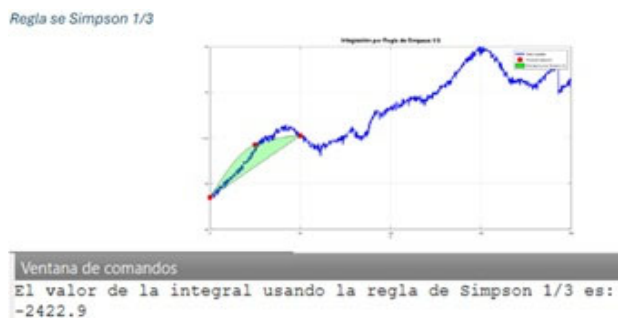


La Figura 10, es el resultado de obtener el área bajo la curva con el Método del Trapecio (MT). Los datos que se utilizaron son los marcadores circulares de color azul y de color verde se encuentra el resultado del MT.

Figura 10. Resultados aplicando el Método del Trapecio.



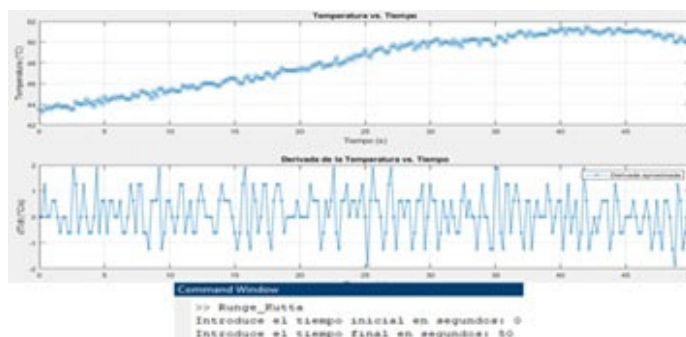
Los resultados del Método de Integración llamado Simpson 1/3 (MS1/3) se encuentran en la Figura 11. Los datos adquiridos se muestran en la línea de color azul, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron para realizar el MS1/3 y el área de color verde es el resultado que se obtuvo del MS1/3.

Figura 11. Resultados aplicando el Método de Integración Simpson.

Los resultados del Método de la Regla de Simpson 3/8 (MRS3/8) se muestran en la Figura 12. La línea de color azul son los datos del sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron y el área de color verde es el área que se calculó.

Figura 12. Resultados aplicando el método de la Regla de Simpson 3/8.

Los resultados del Método De Runge-Kutta 4º orden (MRK4) se presentan en la Figura 13. En la parte superior se muestra los datos adquiridos por el sensor y en la parte inferior de la gráfica se presenta el resultado del MRK4.

Figura 13. Resultados aplicando el Método de Runge-Kutta 4º orden.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo que la Materia de Análisis Numérico persigue, se les pidió a los estudiantes que realizaran un proyecto, en donde se tuviera que adquirir datos a través de un

sensor, todo esto con ayuda de la tarjeta Arduino Uno y que el almacenamiento de los datos se llevara a cabo en una computadora.

El impacto que se tiene dentro de la formación de los estudiantes con la realización de este proyecto es que tengan una mejor comprensión acerca de la importancia de la precisión con la que se debe tomar los datos y que los estudiantes puedan emplear los métodos numéricos abordados durante el curso sobre datos reales adquiridos. Es por esto se eligió esta materia para la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros y se implementó las cinco metodologías de enseñanza.

Los estudiantes opinaron que se le dio un mejor enfoque a la materia, ya que se convirtió en algo practico, en donde ellos pueden reflexionar sobre la verdadera importancia del análisis numérico; ellos también dijeron que se le dio un verdadero sentido a la materia. Consideraron que el proyecto fue muy útil, ya que con este proyecto pudieron ver aplicaciones para el mundo real y pudieron entender los conocimientos adquiridos durante el curso.

También dijeron que con forme fue avanzando el curso hubo temas de mucha utilidad para otras materias como por ejemplo Estadística para ingenieros donde ellos organizaron y analizaron datos; solo que en el curso de Análisis Numérico se estudió más a fondo el aprendizaje de la adquisición de datos y el análisis de los resultados, para ellos fue un curso muy completo.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2.^a ed.). McGraw-Hill. https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf?utm

BricoGeek. (s. f.). *Kit 16 sensores para Arduino (nivel intermedio)*. <https://tienda.bricogeek.com/kits-arduino/1934-kit-16-sensores-para-arduino-intermedio.html>

Digitalic. (2021, 15 marzo). *Arduino: cos'è, come funziona e i progetti che puoi fare*. <https://www.digitalic.it/hardware-software/arduino>

Heath, S. (2003). *Embedded systems design* (2nd ed.). Newnes.

Morinigo, C. I., & Fenner, I. (2021). *Teorías del aprendizaje*. *Minerva Magazine of Science*, 1–37. <https://doi.org/10.31070/rm2021cim06>

Reyes Sánchez, E., & Hernández Rodríguez, A. (2022). Los gestores de contenidos educativos en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 14. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/866>

Reyes Sánchez, E., Hernández Rodríguez, A., Reyes, A., & Rojas Segovia, F. A. (2024). Chat GPT: Apoyo tecnológico para estudiantes universitarios. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/972>

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (s. f.). *DidacTIC*. <https://didactic.uaslp.mx/>

INSTRUCCIÓN POR PARES Y AULA INVERTIDA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA EN INGENIERÍA

PEER INSTRUCTION AND FLIPPED CLASSROOM FOR SOLVING PHYSICS PROBLEMS IN ENGINEERING

V. Valenzuela González¹

M. H. Ramírez Díaz²

A. Hernández Quintana³

RESUMEN

El propósito de esta investigación es describir una experiencia en la implementación de metodologías activas de la Física, como el aula invertida y la instrucción por pares para la resolución de problemas del tema de fuerza eléctrica. La investigación se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II, con un grupo de 32 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistema Computacionales en la materia de Física General. Se les proporcionó a los estudiantes material de apoyo para estudiar en casa. En el aula se resolvieron tres problemas, los estudiantes se reunieron en parejas para argumentar, analizar y resolver los ejercicios dando como resultado que el problema 1 y el 3 tuvieron un 81% de respuestas correctas y el problema 2 un 69% de respuestas correctas.

ABSTRACT

The purpose of this research is to describe an experience in the implementation of Physics active methodologies, such as the flipped classroom and peer instruction for problem solving on the topic of electric force. The research was carried out at the Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II, with a group of 32 students from the major Computer Systems Engineering in the General Physics course. Students were provided with support material to study at home. In the classroom three problems were solved, the students were grouped in pairs to debate, analyze, and solve the problems, with the result that problems 1 and 3 had 81% correct answers and problem 2 had 69% correct answers.

ANTECEDENTES

Las clases de Física se han caracterizado en la enseñanza tradicional, como clases magistrales donde el profesor expone los temas y el estudiante recibe la información en forma pasiva. En la actualidad, la enseñanza en las asignaturas de ciencias ha propuesto nuevas metodologías, las cuales colocan a los estudiantes en diversos escenarios para adquirir saberes y contribuir a su crecimiento, brindándoles la oportunidad de desarrollar el pensamiento crítico y lograr involucrarlo en el proceso de enseñanza aprendizaje (Taipei, 2020).

Para Sánchez et al. (2020) la resolución de problemas en la enseñanza de la Física se utiliza como estrategia para hacer visible un logro de los estudiantes. Si se consigue que el alumno desarrolle la habilidad para resolver problemas, se alcanzaría uno los objetivos de la educación en ciencias.

¹ Profesor Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II. veronica.vg@chihuahua2.tecnm.mx

² Profesor Investigador. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria. mramirezd@ipn.mx

³ Profesor Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II. andres.hq@chihuahua2.tecnm.mx

Objetivo

El objetivo de la siguiente investigación es implementar metodologías activas como el aula invertida y la instrucción por pares para la resolución de problemas del tema de Fuerza Eléctrica en estudiantes de Ingeniería.

Pregunta de investigación

¿Los estudiantes de Ingeniería logran desarrollar la habilidad de la resolución de problemas, utilizando las metodologías del aula invertida e instrucción por pares?

Justificación

El Nuevo modelo educativo del Tecnológico Nacional de México Humanismo para la Justicia Social (Tecnológico Nacional de México [TecNM], 2024a) menciona que “Uno de los elementos que caracteriza el proceso formativo del nuevo modelo es el aprendizaje basado en el pensamiento crítico, el diálogo y la cooperación a través de equipos en donde se establece una interdependencia positiva que favorece el beneficio mutuo”.

En la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería es común que los programas aborden la resolución de problemas, esto con la finalidad de aportar al perfil del Ingeniero los conocimientos, análisis y razonamientos críticos que debe tener para resolver problemas que se presenten en el desarrollo de la profesión empleando los conocimientos de Física (TecNM, 2016).

Es necesario la implementación de estrategias que ayuden a la enseñanza aprendizaje para que los estudiantes logren alcanzar las habilidades de pensamiento crítico, está demostrado que cuando se centra la educación en el alumno se llegan a mejores desempeños en el aprendizaje. Por tal motivo la propuesta de utilizar el aula invertida y la instrucción por pares contribuye al desarrollo de estas destrezas. La efectividad de esta combinación ha sido probada en varias áreas del conocimiento, así como en diferentes niveles educativos (Fierro et al., 2024).

METODOLOGÍA

Las metodologías activas en la enseñanza de la Física ponen al estudiante como protagonista de su aprendizaje, donde se crea un entorno educativo real, logrando autonomía, iniciativa, colaboración y desarrollo de habilidades creativas (Labrador y Andreu, 2008 como se citó en Sailema et al., 2023).

Para Hernández y Murillo (2019) quienes implementaron la instrucción por pares y la enseñanza justo a tiempo en clases de Física en nivel superior, resaltan que dichas estrategias presentan características importantes como estar basadas en investigaciones educativas en la enseñanza de las ciencias, los estudiantes exponen sus ideas y demuestran evidencia objetiva del aprendizaje.

En esta investigación se conjuntan dos metodologías para abordar la resolución de problemas de fuerza eléctrica, el aula invertida y la instrucción por pares.

Resolución de problemas

La resolución de problemas crea aprendizajes mediante la identificación, el descubrimiento, el análisis y la solución de problemas relacionados con la interrelación del entorno o medio ambiente que rodea al alumno. Contribuye a la formación del profesionista para un buen desempeño en su labor (Sánchez et al., 2024).

Cuando un estudiante soluciona un problema requiere examinar lo que sabe y el dominio de conocimiento que se tiene, además de las opciones sobre la solución. Esto lleva al alumno a pensar sobre qué información es proporcionada por el problema y cuáles datos desconoce e investigar lo que necesita para dar la solución (Ríos, 2018).

Aula invertida

El aula invertida o “*flipped classroom*” es una propuesta hecha por los profesores Bergmann y Sams donde plantearon una forma de invertir el salón de clases y cambiar las exposiciones orales tradicionales del profesor por materiales que son vistos por los estudiantes fuera del salón de clase. El aula invertida es una metodología que invierte la forma tradicional de enseñanza.

Los estudiantes en horas fuera de clase revisan los materiales proporcionados por el profesor, estos pueden ser videos, textos o cualquier otro material de apoyo. Los alumnos estudian en su casa a su propio ritmo y en el horario de clase se enfocan en practicar lo aprendido en actividades que implican la argumentación, aplicación de ideas o resolución de problemas entre otras (Hurtado et al., 2023).

En el aula invertida la diversidad que presentan los estudiantes en cuestión de conocimientos es considerada a través del acceso a los contenidos previos, así se alientan las discusiones, actividades o problemas, ya que todos los estudiantes saben sobre lo que se está tratando en la clase. Esta metodología puede ayudar a desarrollar hábitos de estudio (Espinoza et al., 2018 y Silvestre, 2024).

Al invertir la clase el docente desarrolla estrategias ya sean individuales o colaborativas, donde fomenta el esfuerzo, el razonamiento crítico, la creatividad y propicia que los estudiantes aborden nuevas situaciones con los conocimientos estudiados en casa (González y Fillat, 2021)

En la investigación realizada por Fidalgo-Blanco et al. (2020) identifican tres modelos diferentes de aula invertida: 1) no hay una continuidad planificada entre las actividades de la lección en casa y los deberes en clase, 2) Las actividades de los deberes en clase refuerzan las realizadas en la lección en casa y 3) las actividades de la lección en casa y los deberes en clase forman un conjunto planificado de acciones. Cabe resaltar que en los modelos 1 y 2, un estudiante que no ha visto el material en casa puede realizar las actividades en el aula y en el modelo 3 el alumno requiere haber estudiado el material en casa para trabajar las actividades en el aula.

Instrucción por pares

Con la finalidad de mejorar las prácticas de la enseñanza y cambiar la monotonía en las clases de Física, el Dr. Erick Mazur pone a trabajar en pequeños grupos o parejas de alumnos para

aprovechar la interacción durante la clase. Realiza una serie de preguntas y se les da un tiempo para que formulen sus respuestas, discutiendo sus argumentos entre ellos. Por lo que, este proceso los obliga a reflexionar, esta metodología es llamada Instrucción por pares o “*peer instruction*” (Mazur, 2014).

La instrucción por pares permite que los estudiantes verbalicen explicaciones y generen nuevos conocimientos. Cuando un alumno discute las preguntas, podría generar una identificación de lagunas en sus conocimientos, fomentando el proceso metacognitivo para detectar y corregir errores en los modelos mentales; esto los lleva a dar mejores respuestas en parejas o grupo que solos (Tullis y Goldstone, 2020).

Para Ibaceta (2018) la instrucción entre pares ofrece una serie de ventajas como el aumento de la capacidad de atención por parte del alumno, el aprendizaje conceptual es más profundo pudiendo extrapolarlo a nuevos contextos o problemas, fomenta la argumentación, identifica los puntos débiles de los estudiantes, mejora sensación de autoeficacia del estudiante entre otros.

Para la implementación de estas metodologías se realizan presentaciones cortas, con temas claves, seguidas de una prueba conceptual, con el formato siguiente: 1) la pregunta es postulada por el profesor, 2) los estudiantes tienen un tiempo prudente para pensar la respuesta, 3) los alumnos responden de forma individual, 4) los estudiantes discuten sus ideas y tratan de convencer a sus compañeros sobre la respuesta correcta, 5) los estudiantes responden de forma individual según lo discutido entre compañeros, 6) el profesor revisa respuestas y realiza la retroalimentación y 7) Se explica detalladamente la respuesta correcta (Freitas y Gomes, 2023).

Contexto de la investigación

La actividad se desarrolló en el semestre agosto-diciembre 2024, en un grupo de Física General de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Los estudiantes que participaron se encontraban cursando el tercer semestre y sus edades oscilaban entre 19 y 23 años. El grupo tenía 32 estudiantes, 5 mujeres y 27 hombres.

Los problemas que resolvieron los estudiantes fueron problemas de fuerza eléctrica entre cargas puntuales que se encontraban distribuidas en el plano cartesiano. En cada uno se requería de obtener distancias entre cargas, ángulos para encontrar la componente de cada fuerza, identificar la dirección de la fuerza u obtener el vector fuerza resultante, la magnitud de la fuerza resultante y por último la dirección del vector fuerza resultante. Cada problema requería conocimientos de trigonometría. Los problemas se pueden consultar en la siguiente liga fuerza eléctrica.pdf. Se formaron 16 parejas que se integraron para debatir las respuestas. La actividad se llevó a cabo por medio de los siguientes pasos:

1.- Se les proporcionó a los estudiantes un documento en pdf que contenía información sobre la resolución de problemas de fuerza eléctrica y explicación detallada con los conocimientos necesarios para lograr resolver los ejercicios que se verían en el salón de clase. Este documento se estudió en casa.

2.- Se les instaló la aplicación móvil llamada R. Aumentada Electroestática (TecNM, 2024b), la cual está diseñada para el estudio de problemas de descomposición de fuerzas, fuerza eléctrica entre cargas puntuales, campo eléctrico en un punto, diferencia de potencial en un punto entre otros temas. Cabe mencionar que la aplicación no es una calculadora de ejercicios, más bien cuenta con ejercicios tipo que tienen algunos valores fijos y el estudiante puede ingresar algunos datos y obtener los resultados para analizar paso a paso como resolver los ejemplos.

3.- El día de la actividad se les proporcionó un problema, el cual lo resolvieron individualmente.

4.- Los estudiantes se organizaron en parejas para discutir sus resultados y argumentar sobre la respuesta.

5.- Terminado el tiempo las parejas se ponen de acuerdo en una respuesta en común. Se muestra la respuesta correcta y el profesor contabiliza el porcentaje de los estudiantes que tenían la respuesta correcta.

5.- El profesor explica la respuesta correcta retroalimentando sobre los procedimientos.

6.- Al día siguiente se les proporcionó nuevamente un problema para realizar los mismos pasos del 3 al 5. En total se resolvieron 3 problemas.

7.- Al finalizar la actividad se aplicó una pequeña encuesta de satisfacción para recabar información sobre el uso de las metodologías implementadas.

RESULTADOS

Después de que los estudiantes se reunieran en pareja para argumentar y obtener el resultado final se contabilizaron los aciertos por problema dando los porcentajes siguientes:

Problema 1: obtuvo 81% de respuestas correctas y 19% incorrecta.

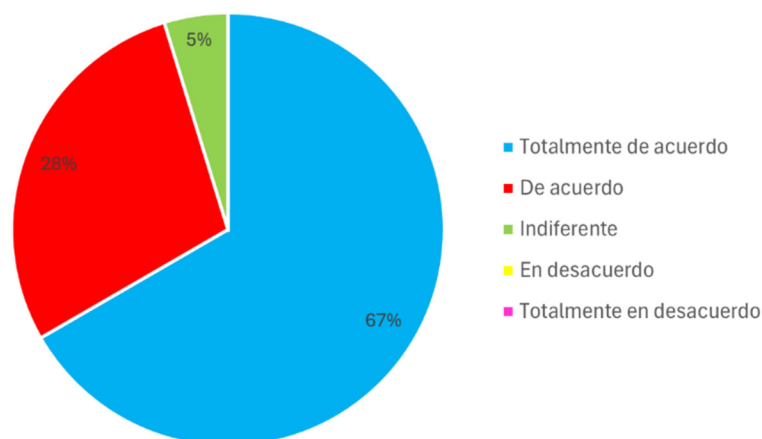
Problema 2: obtuvo 69% de respuestas correctas y 31% incorrecta.

Problema 3: obtuvo 81% de respuestas correctas y 19% incorrecta.

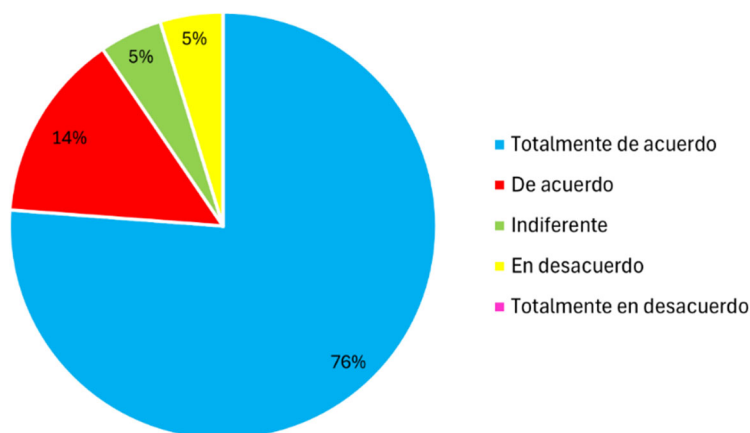
Resultados de la encuesta de la percepción de los estudiantes

Para recabar información sobre la implementación de las metodologías, se aplicó una pequeña encuesta tipo Likert con cinco opciones de respuesta. Los resultados son los siguientes:

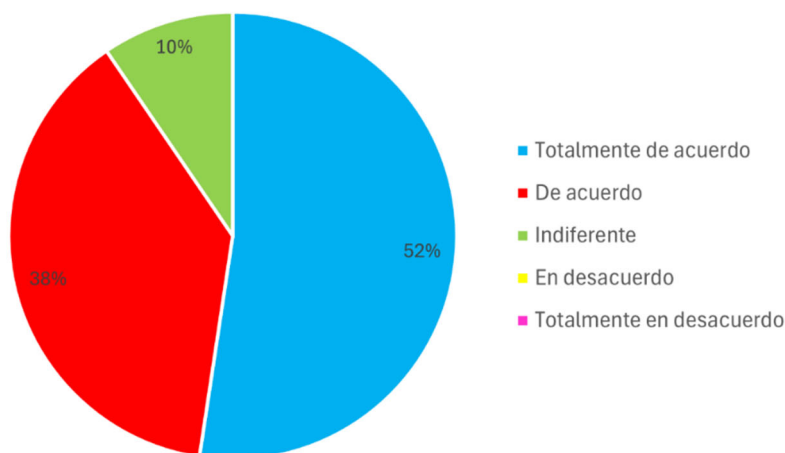
Pregunta 1. El material que me proporcionó el profesor (documento pdf y la aplicación de electrostática) me brindó los conocimientos necesarios para resolver los problemas vistos en el aula. Los estudiantes debieron de revisar el material de apoyo, previamente al desarrollo de la actividad. Como se puede observar en la Figura 1, los estudiantes encontraron de utilidad los materiales con un 67% totalmente de acuerdo, 28% de acuerdo y a un 5% le es indiferente.

Figura 1. *Material de apoyo.*

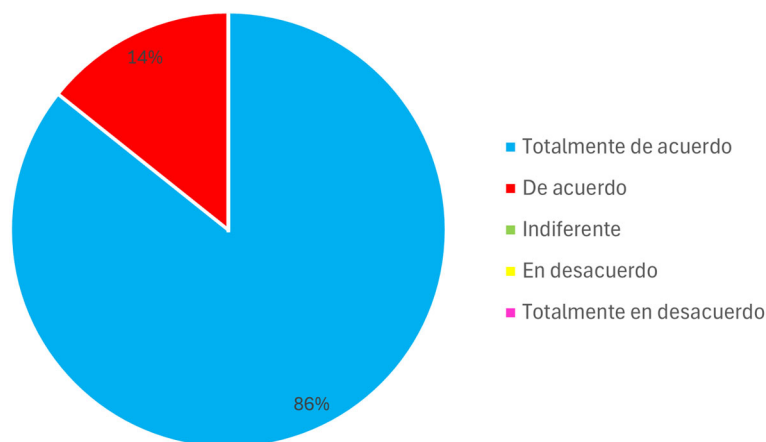
Pregunta 2. El trabajar en parejas ayudó a colaborar para lograr mejor el entendimiento de los problemas de fuerza eléctrica. En la Figura 2, se observa que los estudiantes se encuentran totalmente de acuerdo con 76% y 14% de acuerdo con la interacción de trabajar entre pares para lograr mejor entendimiento. También encontramos que un 5% le es indiferente trabajar con otro compañero y un 5% está en desacuerdo.

Figura 2. *Entendimiento del problema.*

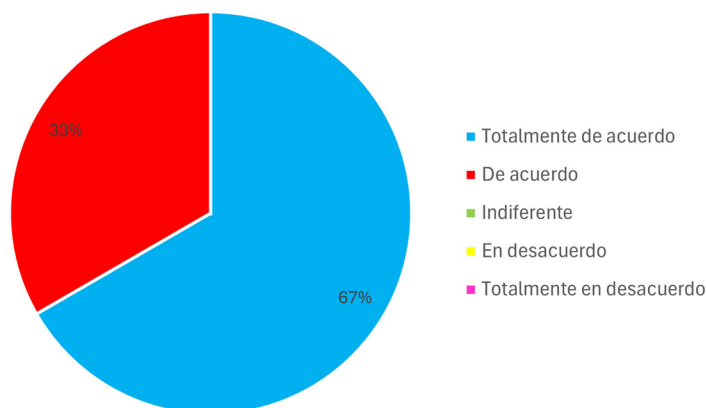
Pregunta 3. Al estudiar los materiales en casa y trabajar en pareja me sentí motivado a resolver los problemas. En la Figura 3 observamos que un 52% está totalmente de acuerdo, seguido de un 38% que está de acuerdo considerando a este porcentaje que, si encontraron motivación al tener materiales de apoyo y lograr resolver solo los ejercicios, también hay un 10% que le es indiferente.

Figura 3. Motivación.

Pregunta 4. El rol del profesor en esta actividad ayudó a disipar las dudas. Los porcentajes de la Figura 4 muestran que a la función del profesor al realizar la retroalimentación fue de gran ayuda para entender la resolución de problemas con un 86% totalmente de acuerdo y un 14% de acuerdo.

Figura 4. Rol del profesor.

Pregunta 5. Al finalizar la entrega de los ejercicios de fuerza eléctrica, habiendo estudiado los materiales y resuelto con mis compañeros los problemas, me generó un logro y autonomía, pensando que yo puedo estudiar independiente si tengo el material correcto. Para esta pregunta la Figura 5 muestra que los alumnos se encuentran totalmente de acuerdo con 67% y 33% de acuerdo, teniendo una percepción de satisfacción al resolver solos los problemas contando con los apoyos didácticos adecuados.

Figura 5. Satisfacción o logro.

Pregunta 6. Es una pregunta abierta donde se les pide escribir un comentario para seguir implementando el trabajo entre pares y el aula invertida. Solo seis estudiantes enviaron los siguientes comentarios:

- a) Los temas los aprendí, pero me gustaría practicar más.
- b) A mí me gustó trabajar en parejas, las explicaciones de la maestra y los materiales si fueron buenos.
- c) En general el trabajo de esta forma es más útil para nosotros ya que se vuelve fácil resolver nuestras dudas con nuestros propios compañeros, lo que agiliza el aprendizaje.
- d) Es una buena idea, aunque ayudaría más el repaso de los materiales en la clase.
- e) Más interacción con el profesor.
- f) Me gustaría una pareja donde sepamos hacer los dos el trabajo.

CONCLUSIONES

Los estudiantes lograron desarrollar la habilidad de resolución de problemas usando las metodologías del aula invertida y la instrucción por pares que favorecen a este desarrollo. Las respuestas correctas son por arriba del 80% en el problema 1 y el problema 3, se logró debatir sobre los procedimientos de cada problema, logrando que los estudiantes desarrollaran correctamente los análisis de los reactivos.

En el caso del problema 2, presentó un 31% de respuestas incorrectas. Analizando los errores conceptuales que presentan los estudiantes al resolver este problema se encontró el uso incorrecto de prefijos de potencias de diez, desconocimiento de funciones trigonométricas y errores en la descomposición de la magnitud de la fuerza. Esta información ayuda a mejorar los materiales de apoyo, enfatizando un refuerzo para que el estudiante en casa repase esos temas.

La encuesta de la percepción de los estudiantes arrojó información valiosa indicando que los materiales eran los adecuados, que les resulta grato trabajar con sus compañeros porque logran entender mejor los problemas, que se sienten motivados y les genera una autonomía para resolver los problemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Espinoza, T., Solano, I., & Veit, E. (2018). Aula invertida (flipped classroom): Innovando las clases de física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30(2), 59–73. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22736>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2020). *Ventajas reales en la aplicación del método de aula invertida-flipped classroom*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3610578>
- Fierro, C., Woocay, A., Torres, C., Gamboa, A., Gómez, L., & Barraza, N. (2024). Combinación metodológica del aula invertida y la instrucción entre pares aplicada en la enseñanza de matemáticas a nivel medio superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5), 1685–1705. <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/2714>
- Freitas, R., & Gomes, D. (2023). Um relato de experiências do uso da metodologia *peer instruction* no ensino médio integrado. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 9(29). <https://doi.org/10.21920/recei72023929241252>
- González, A., & Fillat, M. (2021). Clase inversa y aprendizaje activo para incentivar la participación y la motivación en prácticas de laboratorio de biología molecular. *Revista de Educación Bioquímica*, 40(1), 4–12. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2021/reb211b.pdf>
- Hernández Campos, M., & Murillo-Quirós, N. (2019). Instrucción entre pares y enseñanza justo a tiempo: Una experiencia en la enseñanza de la física en educación superior. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(2), 130–136. <https://doi.org/10.22458/urj.v11i2.2310>
- Hurtado, T. A. S., Garcés, M. F. L., León, M. B. A., & Escobar, M. C. E. (2023). Metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato. *Ciencia Latina*, 7(1), 9446–9477. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5069>
- Ibaceta Álvarez, V. (2018). Instrucción entre pares como metodología a utilizar en enfermería: Revisión de literatura. *RHE – Revista Habanera de Enfermería*, 29(1), 34–41. <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/zs7js>
- Mazur, E. (2014). *Peer instruction: A user's manual*. Pearson.
- Sánchez, C., Zaragoza, J. y Dicha, C. (2024). Implementación del ABP para la conceptualización de las derivadas en una IPES del Altiplano. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 16(2024), 400-410. . <https://doi.org/10.63136/read162024971pp400>
- Sánchez, I., Herrera, E., & Rodríguez, C. (2020). Eficacia de la resolución colaborativa de problemas en el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas y en el rendimiento en física. *Formación Universitaria*, 13(6), 191–204. <https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v13n6/0718-5006-formuniv-13-06-191.pdf>

- Silvestre, J. (2024). Caso de éxito del aprendizaje activo en la enseñanza aprendizaje de Física en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*. 16(2024), 100-110. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/941?utm>
- Taipe, M. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, 16(1), 463-472. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7414344>
- TecNM (2024a). *Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México Humanismo para la Justicia Social*. <https://zitacuaro.tecnm.mx/pdf/slider/documento5410.pdf>
- TecNM (2024b). *R.Aumentada Electrostatica* (1.0.1) [Aplicación móvil]. Desarrollado por L.D. Carrillo. Google Play Store. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.TecnolgicoNacionaldeMxicoCampusChihuahua11.ARElectrostatic>
- TecNM (2016). *Programa Académico de Física General*. https://tlahuac.tecnm.mx/PDFs/sistemascompetencias/3_SCF-1006.pdf
- Tullis, J. y Goldstone, R. (2020). Why does peer instruction benefit student learning?. *Cognitive research: principles and implications*, 5, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00218-5>

IMPACTO DE LOS VERANOS DE INVESTIGACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

IMPACT OF RESEARCH SUMMERS ON ENGINEERING EDUCATION

D. I. Gallardo Alvarez¹

E. G. Vargas Espinoza²

I. Duran Belman³

RESUMEN

La educación en ingeniería no se limita a impartir conocimientos técnicos; también debe fomentar habilidades esenciales como el análisis crítico, la solución de problemas y la capacidad de investigar de manera efectiva. Este artículo explora el impacto de los veranos de investigación en la formación de ingenieros, enfocándose en cómo estos programas de apoyo contribuyen a un proceso formativo más completo a través de la asesoría y la investigación. Se parte de la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería para prepararlos ante los retos de un entorno laboral altamente competitivo. La metodología incluye el análisis de experiencias en programas como el Verano de la Ciencia Región Centro, el Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT), utilizando datos recolectados a través de un cuestionario con escala Likert para evaluar la percepción de mejora en el desempeño académico, las habilidades adquiridas y la motivación profesional. Los resultados indican una percepción positiva de mejora en el desempeño académico, así como en el desarrollo de habilidades críticas y una mayor motivación hacia estudios de posgrado. Se concluye que los veranos de investigación representan una herramienta eficaz para enriquecer el proceso formativo de ingenieros, contribuyendo al desarrollo de competencias clave que fortalecen su perfil profesional.

ABSTRACT

Engineering education is not limited to imparting technical knowledge; it must also foster essential skills such as critical analysis, problem-solving, and the ability to conduct effective research. This article explores the impact of research summer programs on the training of engineers, focusing on how these support programs contribute to a more comprehensive educational process through mentorship and research. It is based on the need to strengthen research and analytical competencies in engineering students to prepare them for the challenges of a highly competitive work environment. The methodology includes analyzing experiences in programs such as the Central Region Science Summer, the Pacific Scientific and Technological Research Summer, and the International Summer Research Program in Science and Technology (VIICyT). Data was collected through a Likert-scale questionnaire to assess students' perceived improvement in academic performance, acquired skills, and professional motivation. The results indicate a positive perception of improvement in academic performance, as well as in the development of critical skills and increased motivation toward graduate studies. It is concluded that research summer programs serve as an effective tool to enrich the educational process of engineers, contributing to the development of key competencies that strengthen their professional profile.

ANTECEDENTES

En un entorno laboral cada vez más competitivo y dinámico, los ingenieros requieren no solo de conocimientos técnicos, sino también de habilidades críticas como el análisis, la resolución de problemas y la investigación aplicada. Sin embargo, se ha identificado que

¹ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. dennise.ga@irapuato.tecnm.mx

² Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. elizabeth.ve@irapuato.tecnm.mx

³ Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. israel.db@irapuato.tecnm.mx

muchos programas educativos en ingeniería carecen de un enfoque robusto en el desarrollo de competencias investigativas y analíticas. Esta situación limita la capacidad de los estudiantes para adaptarse a los constantes cambios tecnológicos y a las demandas del mercado laboral.

Ante este panorama, surge la necesidad de explorar alternativas que potencien el proceso formativo de los estudiantes de ingeniería. Una de estas alternativas son los veranos de investigación, que brindan la oportunidad de aplicar conocimientos teóricos en proyectos reales, fomentar la colaboración interdisciplinaria y desarrollar habilidades críticas en un entorno académico-profesional. Estos programas de apoyo se presentan como una vía para fortalecer competencias clave y mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de los veranos de investigación en el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería, así como evaluar el desarrollo de habilidades críticas y la motivación hacia estudios de posgrado como resultado de la participación en estos programas. Ante este enfoque, surgen las siguientes preguntas de investigación, que buscan explorar de manera integral las percepciones de los estudiantes respecto a su crecimiento académico y profesional: ¿Cómo influyen los veranos de investigación en el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería? y ¿De qué manera contribuyen estos programas al desarrollo de habilidades críticas y a la motivación profesional?

Este estudio se justifica en la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería, evidenciando cómo los veranos de investigación contribuyen al desarrollo de habilidades críticas y motivación profesional, preparándolos para un entorno laboral altamente competitivo. Además, busca proporcionar información valiosa para las instituciones educativas que participan en los programas de apoyo en investigación, contribuyendo a formar ingenieros más preparados y competitivos.

La investigación se basa en el análisis de experiencias en programas de veranos de investigación como el Verano de la Ciencia Región Centro, el Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT). Estos programas han permitido a estudiantes de ingeniería participar en proyectos interdisciplinarios, asesorados por investigadores en instituciones de educación superior y centros de investigación. La recolección de datos se enfocó en aspectos como desempeño académico, habilidades adquiridas y motivación profesional, lo que permitió analizar de manera integral cómo estas experiencias influyen en su proceso formativo.

No obstante, este estudio presenta algunas limitaciones. Una de ellas es que el estudio se enfoca exclusivamente en el Tecnológico Nacional de México campus Irapuato, lo cual podría restringir la generalización de los resultados a otros contextos educativos. Asimismo, al basarse en la percepción de los estudiantes respecto a su crecimiento académico y profesional, existe la posibilidad de sesgos subjetivos.

A pesar de estas limitaciones, los resultados de esta investigación son relevantes para instituciones educativas interesadas en mejorar sus procesos formativos en ingeniería. Al demostrar el impacto positivo de los veranos de investigación en el desarrollo de

competencias clave, el estudio proporciona evidencia que puede orientar la participación o fortalecimiento de programas de apoyo en investigación. Esto contribuirá a formar ingenieros más preparados y competitivos, capaces de afrontar los desafíos de un entorno globalizado.

A través del análisis de datos recopilados mediante un cuestionario, se pretende ofrecer una comprensión más profunda de la importancia de fomentar la participación en programas de investigación científica en el ámbito educativo. Este enfoque no solo contribuye a fortalecer el proceso formativo de los ingenieros, sino que también los prepara de manera integral para enfrentar los desafíos de un entorno laboral globalizado y en constante evolución.

METODOLOGÍA

Para abordar el problema de la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería, esta investigación analiza el impacto de los veranos de investigación en el proceso formativo de estos estudiantes. Se busca responder a las preguntas de investigación planteadas, evaluando cómo influyen los programas Verano de la Ciencia Región Centro, Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT) en el desempeño académico, el desarrollo de habilidades críticas y la motivación profesional.

En el Verano de la Ciencia Región Centro el estudiantado de licenciatura realiza una estancia de investigación de cinco semanas de forma presencial, virtual o híbrida de acuerdo con la naturaleza del proyecto, colaborando en un proyecto de investigación de ciencia, tecnología o innovación, bajo la supervisión de un(a) investigador(a) adscrito(a) a alguna de las instituciones asociadas participantes (Verano de la Ciencia Región Centro, 2024).

Con respecto al Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, conocido también como Verano Delfín, este se creó en 1995 con el objetivo de fortalecer la cultura de colaboración entre las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación integrantes del Programa, a través de la movilidad de profesores-investigadores, estudiantes y de la divulgación de productos científicos y tecnológicos. En lo particular para fortalecer el desarrollo de la investigación y el posgrado nacional (Programa Delfin, 2025).

Finalmente, el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT), está dirigido a estudiantes de licenciatura del TecNM, así como de otras instituciones de Educación Superior de México y de otros países que se encuentren cursando desde el sexto semestre, posterior, o equivalente para participar en el VIICyT. Durante 6 semanas, el VIICyT puede ser realizado en 3 modalidades: presencial, virtual o híbrido, según lo determine el/la profesor(a) responsable de la propuesta del verano internacional (TecNM/Cenidet, 2025).

El marco teórico de este estudio se sustenta en investigaciones previas sobre programas de apoyo en investigación y su contribución al proceso formativo en ingeniería. Por un lado, (Cornejo & Sánchez, 2022) afirman que “es evidente la necesidad de fortalecer el ámbito de la búsqueda, selección y delimitación de la información científica como un primer paso a la realización de proyectos de investigación”, lo que detona la importancia del presente estudio. Y (Urrea, 2013) coincide con que “los Veranos de la Investigación Científica representan

una vía importante en la iniciación de jóvenes de licenciatura en el mundo de la ciencia y la investigación científica”.

Además, estudios en educación superior muestran que las experiencias prácticas, como certificaciones y programas extracurriculares, fortalecen competencias clave en ingenieros, mejorando su preparación y empleabilidad. Esta perspectiva coincide con el impacto de los veranos de investigación, ya que ambos enfoques contribuyen al desarrollo de habilidades que complementan la formación en el aula. Al participar en estas experiencias, los estudiantes adquieren conocimientos aplicados y competencias críticas, potenciando su perfil profesional y la motivación hacia estudios de posgrado (Razón González, Ortega Herrera, & Lozano Luna, 2019). Sin embargo, aún es necesario profundizar en este tema de tal forma que se evidencien estos beneficios, especialmente en contextos específicos como los estudiantes de ingeniería.

Este estudio busca aportar a la literatura existente al analizar el impacto en el desempeño académico, habilidades adquiridas y motivación profesional en estudiantes de ingeniería participantes en veranos de investigación del Tecnológico Nacional de México campus Irapuato.

El alcance de la investigación es descriptivo y exploratorio, ya que busca analizar y describir el impacto de los veranos de investigación en el proceso formativo de los estudiantes, sin intervenir directamente en los programas mencionados. Estas experiencias han permitido a los estudiantes participar en proyectos interdisciplinarios, asesorados por investigadores en instituciones de educación superior y centros de investigación, brindándoles la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en problemas reales.

Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a estudiantes de ingeniería que participaron en al menos uno de los programas durante los años 2024, 2023 y 2022. Se eligieron estos años debido a que recolectar datos de periodos anteriores resultó complicado, dado que la mayoría de los participantes ya son egresados. La muestra está compuesta por 63 estudiantes provenientes de diversas especialidades de ingeniería, con el objetivo de obtener una visión integral del impacto de los veranos de investigación en diferentes áreas del conocimiento. Se consideraron características demográficas como el semestre cursado y el área de especialidad para analizar posibles variaciones en el impacto del programa.

La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario estructurado enfocado en recopilar información sobre habilidades adquiridas, como pensamiento crítico, solución de problemas y comunicación científica, así como sobre la motivación profesional y el interés en estudios de posgrado. El análisis de datos se realizó en un tablero interactivo de Power BI, lo que permitió explorar patrones y tendencias en la percepción de habilidades adquiridas y motivación profesional.

Aunque el diseño metodológico fue cuidadosamente estructurado, se reconocen algunas limitaciones en el estudio, como la dependencia de la autopercepción de los estudiantes respecto a su crecimiento profesional, lo cual puede introducir sesgos subjetivos. Además, al tratarse de un muestreo por conveniencia, los resultados podrían no ser generalizables a todos

los estudiantes de ingeniería. No obstante, estos hallazgos proporcionan una visión valiosa sobre el impacto de los veranos de investigación en el contexto educativo mexicano, contribuyendo al conocimiento existente y orientando a las instituciones educativas en la participación de programas de apoyo en investigación.

RESULTADOS

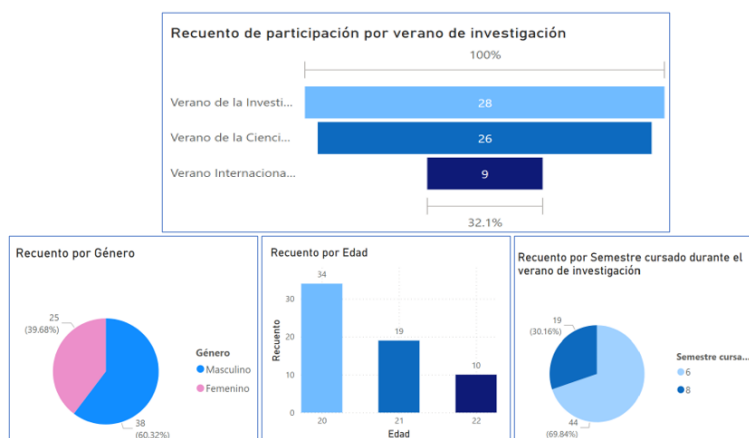
Los resultados obtenidos en este estudio destacan la importancia de seguir incentivando la participación de los estudiantes en los veranos de investigación, ya que su formación se enriquece en aspectos fundamentales que trascienden el aprendizaje en el aula, como el desarrollo de habilidades investigativas, pensamiento crítico y capacidad analítica. Estos programas representan una valiosa oportunidad para complementar su educación y prepararlos de manera integral para los desafíos profesionales que enfrentarán.

El análisis de los datos recolectados de 63 estudiantes que participaron en veranos de investigación durante los años 2022, 2023 y 2024, muestra un impacto positivo en su formación profesional. En particular, se observa un incremento en el desarrollo de competencias críticas como habilidades analíticas y pensamiento crítico, así como una mayor motivación profesional, reflejada en el interés por continuar estudios de posgrado.

A continuación, se detallan los resultados específicos:

- Durante los años 2022, 2023 y 2024 se atendieron a 63 estudiantes en los tres veranos de investigación en cuestión. Cabe aclarar que estos estudiantes fueron atendidos por 5 profesores de la institución en la que se enfoca este estudio.
- Del total de estudiantes:
 - 39.68% fueron mujeres y 60.32% hombres.
 - La mayoría tenía entre 20 y 21 años, mientras que el resto tenía 22.
 - En cuanto al semestre cursado, la mayoría se encontraba en 6to semestre, mientras que el resto en 8vo semestre, como se muestra en la Figura 1.

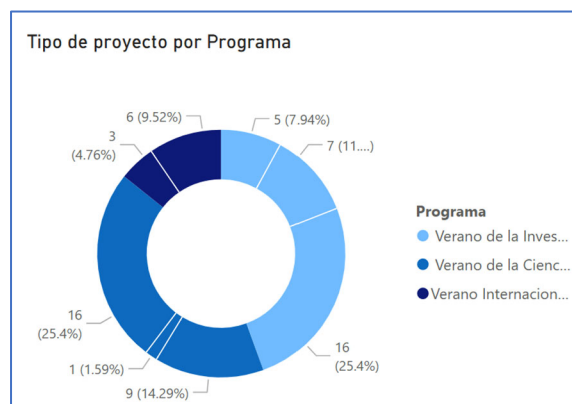
Figura 1. Perfil de participantes.



Con respecto a la experiencia en el verano de investigación:

- La mayoría de los participantes estuvieron involucrados en proyectos de investigación aplicada (60.32%), mientras que el 26.99% trabajó en investigación teórica y el 12.7% en proyectos interdisciplinarios, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *Experiencia en el verano de investigación.*



En el aspecto del desempeño académico, los participantes percibieron mejoras:

- El 55.5% estuvo totalmente de acuerdo en que la experiencia mejoró su desempeño académico general.
- El 85.7% afirmó (totalmente de acuerdo) haber mejorado su comprensión de conceptos teóricos vistos en clase.
- Además, el 66.6% consideró (totalmente de acuerdo) que la experiencia les ayudó a gestionar mejor su tiempo y tareas académicas, como se observa en la Figura 3.

Figura 3. *Impacto en el desempeño académico.*

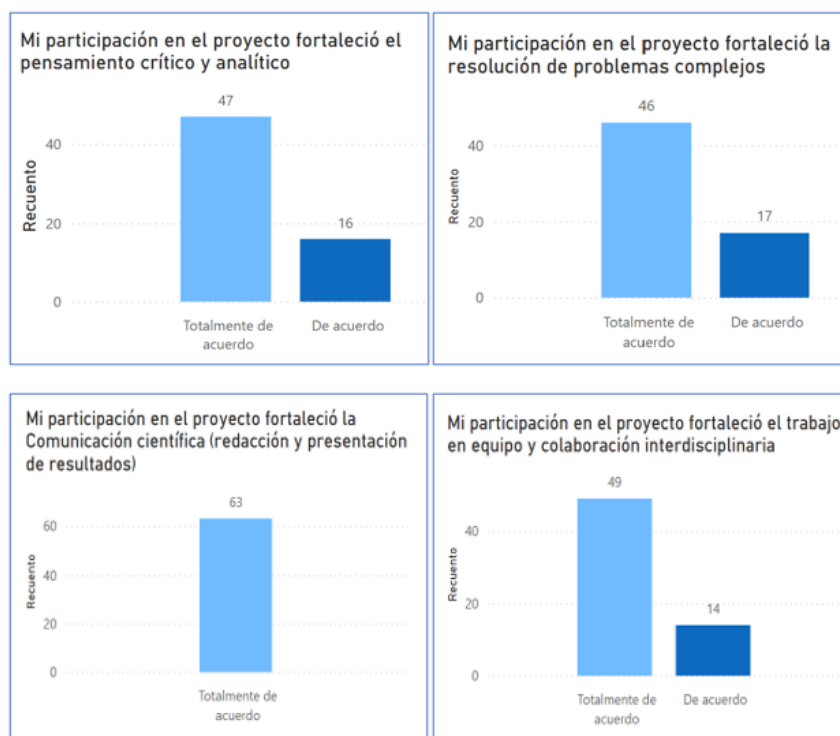


El análisis del desarrollo de habilidades críticas reveló que la participación en los veranos de investigación contribuyó de la siguiente manera:

- El 74.6% de los estudiantes indicó una mejora significativa en su pensamiento crítico y analítico.
- El 73% mencionó haber fortalecido su capacidad de resolución de problemas complejos.

- En cuanto a la comunicación científica, el 100% afirmó haber mejorado en redacción y presentación de resultados.
- Por último, el 77.7% destacó el trabajo en equipo y la colaboración interdisciplinaria como uno de los aprendizajes más valiosos, como se observa en la Figura 4.

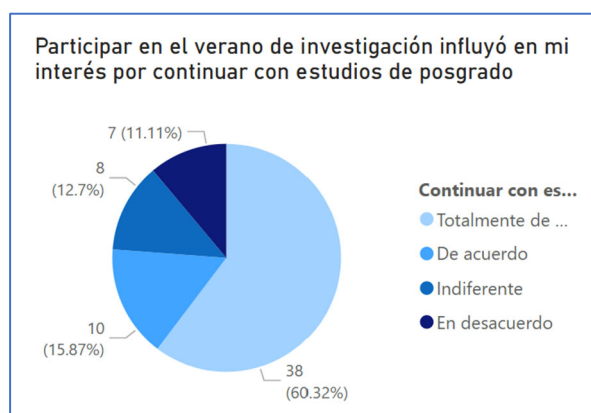
Figura 4. *Desarrollo de habilidades críticas.*



En relación con la motivación profesional:

- El 60.32% manifestó un mayor interés en continuar con estudios de posgrado, como se ve en la Figura 5.

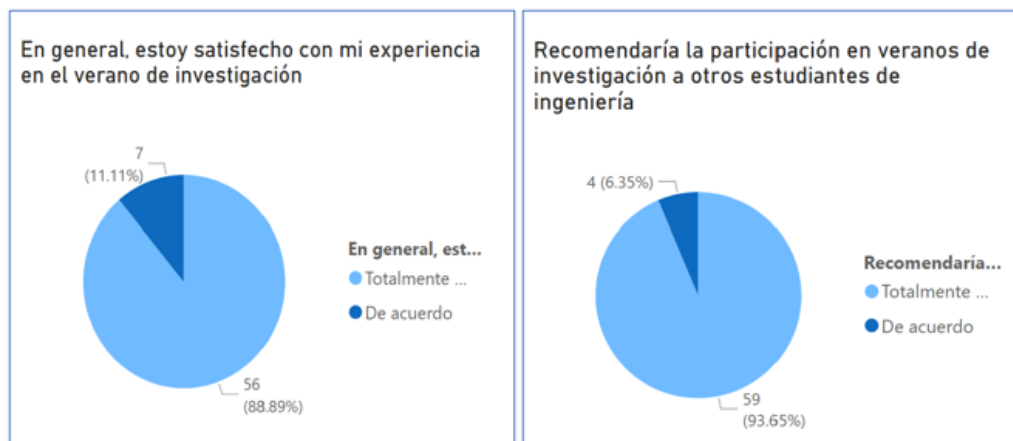
Figura 5. *Motivación profesional.*



Finalmente, con respecto a la satisfacción y recomendaciones, se obtuvo:

- En general, el 88.8% de los estudiantes se mostró satisfecho con su experiencia en el verano de investigación.
- El 93.6% recomendaría la participación en estos programas a otros estudiantes de ingeniería, como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. Satisfacción y recomendaciones.



Como se puede observar, todas las respuestas se inclinan hacia un impacto positivo de la participación en los veranos de investigación. Los estudiantes concluyeron sus proyectos con una motivación significativa por lo que en su totalidad recomiendan la participación en este tipo de eventos.

Además de los resultados cuantitativos, los comentarios de los estudiantes sugieren que el acompañamiento de mentores y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos reales fueron factores clave en el desarrollo de habilidades críticas y motivación profesional.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio destacan la efectividad de los veranos de investigación como programas de apoyo que fortalecen el proceso formativo de los estudiantes de ingeniería. Se observó una percepción positiva de mejora en el desempeño académico, el desarrollo de habilidades críticas y una mayor motivación hacia estudios de posgrado en los participantes. Además, estos programas contribuyen al desarrollo de competencias clave, como la investigación aplicada y el pensamiento analítico, esenciales en un entorno laboral altamente competitivo.

La experiencia en investigación no solo amplía los conocimientos técnicos, sino que también mejora la capacidad de resolver problemas complejos y abordar desafíos reales, habilidades que son fundamentales en la formación profesional. Asimismo, la exposición a entornos de investigación y la interacción con expertos en las diversas áreas fomentan un aprendizaje significativo que va más allá del aula tradicional.

Dado el impacto positivo identificado en el desarrollo de competencias clave, se recomienda continuar promoviendo estos programas y evaluar su impacto a largo plazo utilizando metodologías mixtas para fortalecer la evidencia sobre su efectividad en la formación integral de futuros ingenieros.

BIBLIOGRAFÍA

Cornejo, V. M. M., & Mejía Sánchez, J. E. (2022). Incorporación temprana a la investigación científica en ambiente virtual para estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 14. <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/831>

Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico. (2025). *Programa Delfín* [Sitio web]. <https://programadelfin.org.mx/> — Convocatoria 2025: <https://www.programadelfin.org.mx/sitio/estudiantes-verano-convocatoria2025.php>

Razón González, J. P., Ortega Herrera, F. J., & Lozano Luna, A. (2019). Impacto de la gestión de certificaciones internacionales en la inserción laboral de los ingenieros electromecánicos. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 10. <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/495>

TecNM/CENIDET. (2025). *Acerca de nuestro verano (VIICyT)*. <https://veranocientifico-cenidet-tecnm.com/AcercaVerano>

Urrea Zazueta, M. L. (2013). Los veranos de la investigación científica: Una vía para la formación de jóvenes investigadores en la Universidad Autónoma de Sinaloa. En *Memorias del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa* (Área 4: Educación Superior, Ciencia y Tecnología). https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_04/0718.pdf

Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2024). *Convocatoria: Verano de la Ciencia de la Región Centro 2024*. https://www.uaa.mx/portal/wp-content/uploads/2024/02/convocatoria_de_la_ciencia_de_la_region_centro_2024.pdf