



INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

Revista Científica

Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Químicas



UANL



La
excelencia
por principio
la **educación**
como instrumento

Enero/Diciembre 2024



FCQ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Dr. Med. Santos Guzmán López
RECTOR

DR. Jaime Arturo Castillo Elizondo
SECRETARIO ACADÉMICO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
Dra. Argelia Vargas Moreno

REVISTA INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

ISSN: En trámite

Reservados todos los derechos conforme la ley.

Prohibida la reproducción total y parcial de este texto sin previa autorización por escrito del editor.



ÍNDICE

Presentación de la Revista Científica Ingeniería y Gestión Industrial.....	1
Editorial.....	2
Contenido.....	3

APLICACIONES MÓVILES PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL (MOBILE).....	3
--	---

María de los Ángeles Martínez Mercado, Daniela del Carmen Bacre Guzmán, Nury Margarita Leal Rendón, Nancy Elizabeth Dávila Guzmán.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

APLICACIÓN DE FACTORES PONDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL NPR EN EL PROCEDIMIENTO DE AMEF.....	16
--	----

Leonardo Gabriel Hernández Landa, Elva Patricia Puente Aguilar, Argelia Vargas Moreno.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DEL NIVELADO DE PLACAS DE ACERO, UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE REINGENIERÍA, PROPONIENDO LA INSTALACIÓN DE MATERIAL RECTIFICADOR DE MARCAS, EN MAQUILADORA DE ACERO, (APODACA, NUEVO LEÓN, MÉXICO).....	25
---	----

Gerardo Cireño García García, Pali Casanova Ramón, Manuel Aguilar Vela

Universidad Internacional Iberoamericana, Centro de Investigación Científica de Yucatán.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ALFABETIZACIÓN DIGITAL: IMPACTO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA DE ESTUDIANTES DE INSTITUCIONES DE ESTUDIOS SUPERIORES.....	35
--	----

Martha Magdalena Mendoza Vargas, Francisco Saucedo Espinoza, Ruth Isela Martínez Valdez, Sara Sofía Luna Mosqueda.

Facultad de Contaduría Pública y Administración, Universidad Autónoma de Nuevo León.

PERCEPCIÓN DEL APRENDIZAJE REMOTO EN EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS DE UN PROGRAMA DE LICENCIATURA.....	42
--	----

Carolina Solís Peña, Ruth Isela Martinez Valdez, María del Carmen Catache Mendoza, Eli Samuel González Trejo, Iván Guillermo González Palomo.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Comité Editorial.....51

Comité Dictaminador.....52

Agradecimientos.....53

Convocatoria para envío de trabajos.....54

Presentación

Ingeniería y Gestión Industrial, es una revista científica anual editada y publicada por la Universidad Autónoma de Nuevo León a través de la Facultad de Ciencias Químicas, que surge a través de la oportunidad de crear una plataforma científica para publicar artículos de alto impacto de las áreas de Ingeniería dando cobertura a las diferentes áreas del conocimiento de Ingeniería, Tecnología, Administración y Ciencias Sociales, atendiendo áreas multidisciplinarias y orientadas a la gestión empresarial.

Esta iniciativa surge como respuesta a la evolución científica del área académica de ingeniería industrial y como fuente de difusión de conocimiento para investigadores interesados en publicar trabajos originales y contribuciones inéditas de carácter científico tales como; artículo científico, caso aplicado y reporte técnico, con el propósito de dar a conocer los avances en investigación y tecnología como parte de una nueva forma de crear conocimiento en su más amplio contexto para los investigadores, académicos, tecnólogos y profesionales de las áreas afines, estudiantes y público en general a nivel local, nacional e internacional.

La revista Ingeniería y Gestión Industrial, es una publicación científica dirigida a quienes están interesados en compartir y difundir sus contribuciones científicas en las siguientes áreas temáticas;

- Producción, planeación y programación.
- Logística y administración de la cadena de suministros e inventarios.
- Mercadotecnia.
- Estrategias de sistemas de información.
- Educación en ingeniería y negocios.
- Administración de calidad.
- Industria 4.0
- Ingeniería Industrial y de sistemas.
- Ciencia de decisiones e Investigación de Operaciones
- Factores Humanos y ergonómicos.
- Administración, investigación y simulación de operaciones.
- Administración del recurso humano y comportamiento organizacional.
- Negocios
- Manufactura sostenible
- Materiales, componentes y sistemas productivos
- Administración de Riesgos
- Responsabilidad Social
- Emprendimiento
- Innovación
- Entre otras

Esta edición, presenta contribuciones científicas de alto impacto, las cuales fueron revisadas, evaluadas por destacados dictaminadores, después de un proceso editorial cuidadoso, se publican en esta edición. Agradezco a todos los involucrados por su confianza en este invaluable proyecto.

Atentamente
Arlethe Yari Aguilar Villarreal
Editor Responsable

Editorial

El área de la ingeniería, así como sus diversas ramas, aparece a lo largo de la historia de la humanidad, se ha explorado sobre el impacto que tiene si se combina con la gestión, resultados de esto, se han creado diferentes ramas de la ingeniería, tales como la ingeniería industrial, la cual es la ingeniería que construye una simbiosis entre ambas ramas y combina en una mezcla perfectible ambas áreas, la ingeniería como ciencia exacta y la gestión como parte de las ciencias sociales, amalgamadas en una comunidad científica la cual desea difundir sus conocimientos y aportaciones en una plataforma científica que combine el pensamiento científico, lógico, creativo y crítico en aportaciones científicas de alto impacto a la comunidad académica y empresarial.

Por tal razón, con gran iniciativa, compromiso, inquietud y conocimiento, el comité editorial involucrado en este proyecto comienza la exploración de la convergencia entre la ingeniería industrial y la gestión, por lo que este es el fruto de su arduo trabajo dentro de esta área.

En esta cuarta edición de la revista Ingeniería y Gestión Industrial se busca continuar ampliando el panorama en dicha convergencia, con las aportaciones de los autores quienes comparten sus contribuciones de alto impacto y materiales inéditos. Además de la participación de los revisores y del comité dictaminador formado por expertos en su área quienes participan con el objetivo de enriquecer las aportaciones de los autores.

El objetivo de esta plataforma científica es abrir paso a futuras investigación, así como trabajos científicos, que aspiren a seguir indagando en este campo y que deseen difundir sus aportaciones a la ciencia de la Ingeniería y Gestión, las personas que han contribuido a la construcción y creación de la Revista Ingeniería y gestión industrial cuentan con el más alto nivel de especialización y conocimientos en dichas áreas. Con la colaboración de profesores universitarios de la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL, y en conjunto con colegas de diversas instituciones educativas nacionales e internacionales quienes apoyaron y confiaron en este proyecto les presento una cuidadosa selección de los artículos fundamentales dentro de los temas que cultiva la Revista Ingeniería y Gestión Industrial.

Atentamente

Arlethe Yari Aguilar Villarreal

Editor Responsable

Aplicaciones Móviles para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Estudiantes de Ingeniería Industrial (Mobile)

Applications for the Teaching-Learning Process in Industrial Engineering Students)

María de los Ángeles Martínez Mercado, Daniela del Carmen Bacre Guzmán, Nury Margarita Leal Rendón, Nancy Elizabeth Dávila Guzmán.

^{1,2,3,4}Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

*mariadla.martinezmrc@uanl.edu.mx

Abstract

Technology has become a key point in many aspects of people's daily lives, including education. With mobile devices becoming knowledge seeking tools for students, the mobile app development market for this area was on the rise. Although today most students have a mobile device at hand to meet their information and knowledge needs, it does not guarantee that they will be used for the purpose of a simple learning search tailored to any user. For. This reason, this research seeks to explore the use of mobile applications in science and engineering among students, through a compilation of the most popular mobile applications for learning topics in the aforementioned areas. From the analysis of the sample, it can be determined that even though 70 percent of the sample does not know applications for science and engineering field, there is mobile applications, M-Learning, Education 4.0 and STEM Education.

Keywords

Mobile Applications, M- Learning, 4.0 Education, STEM Education

Resumen

La tecnología se ha vuelto un punto clave en muchos aspectos de la vida diaria de las personas, incluyendo la educación. Con los dispositivos móviles llegando a ser herramientas de búsqueda de conocimiento para los estudiantes, el mercado de desarrollo de aplicaciones móviles para esta área se vio al alza. Si bien, hoy en día la mayor parte de estudiantes cuenta con un dispositivo móvil a la mano para suplir sus necesidades de información y conocimiento, no garantiza que sean utilizados para el propósito de la búsqueda de aprendizaje sencilla y a la medida de cualquier usuario. Por ello en esta investigación busca explorar el uso de aplicaciones móviles en el área de ciencias e ingeniería entre estudiantes, mediante una recopilación de aquellas aplicaciones móviles más populares para el aprendizaje de temas en las áreas anteriormente mencionadas. A partir del análisis de la muestra se puede determinar que incluso aunque el 70 por ciento de la muestra no conozca aplicaciones para las áreas de ciencias e ingeniería, existe un gran interés para el desarrollo de estas en las áreas mencionadas.

Palabras clave

Aplicaciones móviles, M-Learning, Educación 4.0 y Educación STEM.

1. Introducción

A razón del avance tecnológico y como parte de estar en sintonía con los requerimientos de la industria 4.0, surge la necesidad de la creación de aplicaciones móviles como parte del proceso de enseñanza. Con este trabajo de investigación se busca indagar sobre el conocimiento que tienen los estudiantes de Ingeniería Industrial y Administración sobre estas aplicaciones y en que situaciones las han utilizado o cómo les gustaría implementarlas.

2. Revisión Literaria

2.1 Aplicaciones móviles.

En los últimos años se ha visto un incremento importante en el uso de las tecnologías móviles de aprendizaje en las escuelas, aunque no todas ellas eran creadas para un ambiente de educación, de igual manera se instalaron en las aulas como apoyo a los estudiantes. Cada nueva versión de estos dispositivos incluye mejoras innovadoras que los hace más asequibles, y herramientas que faciliten el aprendizaje. (Karabatzaki, y otros, 2018).

Los estudiantes pueden acceder a cualquier material educativo en cualquier momento, facilitando su estudio, además de que les permita tener una comunicación más fluida con sus compañeros de clase y maestros. (Rius, Masip & Clarisó, 2014).

Según Pastore (2014) desde el punto de vista metodológico, estas aplicaciones son divididas en aplicaciones nativas y aplicaciones web, clasificadas de acuerdo con el uso de diferentes tecnologías de programación, diferentes herramientas y frameworks. Y después están las aplicaciones híbridas que mediante el uso de frameworks especializadas, convierte las aplicaciones web en aplicaciones nativas.

Aplicaciones nativas usan el lenguaje específico de la plataforma móvil y es capaz de interferir con el hardware del dispositivo, solo son pensadas para esa plataforma, mientras que las aplicaciones web usan tecnología web (HTML5, JavaScript, CSS3) para su desarrollo y son multiplataforma, esto les permite ser ejecutadas desde un dispositivo móvil equipado con un navegador web. Después están las aplicaciones híbridas que usan frameworks especiales generalmente basadas en tecnología de JavaScript para convertir aplicaciones web en aplicaciones nativas. (Pastore, 2014).

En cuanto a las aplicaciones móviles aplicadas a la educación un modelo aplicado por la Universidad Abierta de Cataluña (2014) es que estudiantes de educación superior de último año, que estudian carreras de tecnología de la información o sistemas, puedan convertirse en desarrolladores para la institución, ya que cuentan con el conocimiento necesario para el desarrollo, además de estar familiarizados con el ambiente de la institución y por lo tanto conocen los requerimientos y problemas que ocurren en esta. (Rius, Masip, & Clarisó, 2014).

Las instituciones educativas que quieren comprometer a sus estudiantes en el desarrollo de m-learning apps van a enfrentar dos retos:

1. Reducir la barrera de entrada: estudiantes interesados en el desarrollo de nuevas aplicaciones deben contar con las facilidades para hacerlo.
2. Generar un catálogo de aplicaciones producidas para facilitar que estas sean reutilizadas o expandidas en el futuro. No solo debe incluir la aplicación final sino también los manuales de uso, los documentos de diseño de la aplicación, el código, entre otros, para ayudar más adelante a aquellos que lo requiera. (Rius, Masip, & Clarisó, 2014).

2.2 M-Learning

El aprendizaje móvil es un componente fundamental de la educación superior que permite a los estudiantes aprender en cualquier momento y en cualquier lugar, (Chavoshi & Hamidi, 2018) argumentaron que, junto con Internet y el desarrollo de la tecnología, el m-learning ofrece un entorno de aprendizaje en línea a través del cual los estudiantes pueden aprender e interactuar.

El término "móvil" también se refiere a "movilidad" o a la habilidad de moverse libre y fácilmente de un lugar a otro y que es una característica que define a los dispositivos móviles. (Gangaiamaran & Pasupathi, 2017). Permite el uso educativo de ambientes de aprendizaje interactivos como lo son e-books, videos, podcasts, redes sociales, la nube entre otras más aplicaciones móviles que han sido adaptadas por educadores e instituciones a nivel mundial.

En particular, atención a los nuevos modelos de aprendizaje emergente y casos de adopción de tecnologías móviles para mejorar el aprendizaje. (Ping Lim & Churchill, 2016). Gracias a la gestión informática de datos que nos permiten estas interacciones de la tecnológica con la educación, y a su vez la conectividad inalámbrica, brinda una mayor fluidez para el proceso de enseñanza-aprendizaje en ambos sentidos. (Fambona & Pascual, 2013).

Existen varias ventajas en el uso del m-learning en la educación:

- Permite el aprendizaje en cualquier momento y lugar.
- Da espacio para mayor cantidad de interacciones.
- Potencia el aprendizaje centrado en el alumnado.
- Permite la personalización del aprendizaje
- Permite una evaluación inmediata de contenidos educativos.

Algunas de las desventajas del m-learning:

- Los costos involucrados.
- Características físicas de los dispositivos.
- Desarrollo de aplicaciones.
- Poder de adquisición de los alumnos. (Rodríguez Z., Rocío, Zambrano & Rodríguez A., 2019).

2.3 Educación 4.0

De acuerdo a la (Secretaría de Educación Pública [SEP] (2018), continuando con los cambios que han presentado estos conceptos a lo largo de la historia es importante mencionar aquellos que nos ha traído la revolución de la conectividad en cuanto a los modelos de educación, así como los paradigmas dentro de la enseñanza, ya que la introducción de la conectividad por medio de internet en el día a día repercute totalmente en la manera en que se establece la comunicación entre los individuos y da un golpe a la educación de la sociedad. En la cuarta revolución industrial podemos empezar a ver diferentes tipos de tecnologías emergentes como lo son la realidad virtual, la inteligencia artificial, analítica de datos, el internet de las cosas, la nanotecnología y la robótica, los cuales comienzan a brindar nuevas posibilidades productivas. (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2018).

La idea de la educación 4.0 no cuenta con una definición concreta o específica, más bien se necesita de la agrupación de diferentes teorías y métodos de enseñanza y aprendizaje que se encuentren enfocados al trabajo, el emprendimiento y la pedagogía. Por lo tanto, se puede deducir como un enfoque educativo en donde se fomenta la utilización de diversas tecnologías que permitan obtener una mejora en el proceso de aprendizaje, para que los alumnos puedan proporcionar soluciones que sean innovadoras ante situaciones reales y complejas. (Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra & Alvear, 2020).

La Educación 4.0 debemos tener claro que no hace referencia a un modelo educativo, sino más bien se refiere al uso de las herramientas tecnológicas y de información y comunicación que hoy en día ya existen (Toro, 2019). Así como también la creación de tecnologías nuevas para hacer que las personas estén preparadas y a su vez su proceso de adaptación hacia los cambios que trae consigo lo que conocemos como la cuarta revolución industrial sea más sencillo.

El objetivo principal de este método de educación es desarrollar a los egresados, profesionistas y técnicos del mañana para que de cierta manera se pueda adaptar a esta nueva realidad, en donde las tecnologías digitales tienen un gran impacto. (Instituto Politécnico Nacional [IPN], 2020).

El nuevo concepto de aprendizaje permite que los alumnos formen tanto sus habilidades y conocimientos necesarios; pero no solo eso, además ayuda a que identifiquen cual es la fuente principal de la cual se pueden apoyar para formar estas habilidades y conocimientos. El conocimiento no solo abarca la información que aprendemos, sino que también comprende el entorno como: dónde y cuándo aprender, teniendo todo su seguimiento en una base de datos personalizada. (Fisk (2017) citado en Bullé S.G. (2019)).

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) (2019) menciona como características principales de la Educación 4.0 las siguientes:

- Flexibilidad y vinculación con la industria.
- Adaptabilidad al perfil individual del alumno apoyándose en medios tecnológicos.
- Educación autodidacta.
- Retroalimentación derivada del progreso del propio alumno.
- Relación entre estudiante y maestro para mejorar la enseñanza.
- Comunicación como parte primordial.
- Alentar la resolución de problemas reales.
- El enfoque principal del aprendizaje se basa en la inclusión de juegos y la creación de escenarios basados en situaciones reales dentro de la vida cotidiana.
- Evolución constante para generar un proceso de mejora y progreso.
- Utilización de las tecnologías de la información para proporcionar acceso, organización y difusión de los contenidos para el aprendizaje. (IPN, 2019)

2.4 Educación STEM

STEM, como es conocido el conjunto de las siguientes palabras “Science, Technology, Engineering and Mathematics”, es un enfoque en donde se logra dentro del aprendizaje la aproximación a conceptos académicos que se considera tienen un grado de dificultad que es considerable desde áreas como: ciencia, tecnología, matemáticas, ingeniería y experiencias de los estudiantes. (Barragán & Cala, 2019).

El sello distintivo del siglo XXI es el surgimiento gradual y la complejidad de las herramientas digitales, incluidos los dispositivos físicos, los programas y aplicaciones que usamos a través de ellos, las plataformas, entornos virtuales y redes sociales que permiten el uso de dispositivos móviles nos brindan la capacidad de mantener un intercambio y almacenamiento de información rápido, eficiente, directo, multidireccional y multimodo. Hasta ahora, las diversas herramientas digitales que caracterizan la era digital han cambiado y continuarán cambiando profundamente la forma en que las personas interactúan, construyen comunidades sociales e intervienen en el mundo que nos rodea. Algunos estudios muestran claramente que el uso de la tecnología digital no implica automáticamente la mejora del proceso de enseñanza, porque el uso de la tecnología digital depende no solo de la herramienta en sí, sino también de las creencias y modo de enseñanza de los profesores que las adopta.

Cabe señalar que el principal argumento económico recientemente enfatizado por la educación STEM es que la fuerza laboral que compone este campo aumentará la productividad y por lo tanto jugará un papel decisivo en el desarrollo económico de los países en las próximas décadas. Algunos estudios recientes predicen que la formación actual de los profesionales de la ciencia y la tecnología en términos de cantidad (la oferta de estos profesionales no podrá cubrir la demanda esperada), la calidad y diversidad del perfil no será suficiente para afrontar los retos de futuro (López, Couso, & Simarro, 2020).

Por lo tanto, el modelo educativo STEM implica:

- Concientización acerca del rol de los temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la actualidad.
- Adaptación con algunos conceptos dentro de estas áreas.
- Nivel principal sobre el manejo de aplicaciones, en otras palabras, una habilidad crítica que permita evaluar tanto a la ciencia como a la ingeniería en un contexto diferente, para poder hacer frente y solucionar problemas sobre tecnologías comunes y desdoblarse en situaciones que impliquen las matemáticas en la vida cotidiana. (Moreno Norman, 2019; National Academy of Engineering and National Research Council, 2014, p. 34).

2.5 Aplicaciones Móviles en el Área de Ingeniería

Díaz, Ucan, Aguilera y Toscano (2016) propusieron una aplicación móvil llamada “AcompañaLIS para la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)” la cual permita el acceso fácil a la información escolar del alumno, cuyo propósito es que le facilite la toma de decisiones acerca de su carga académica durante el desarrollo de la carrera.

Esta aplicación móvil debe permitir al alumno la consulta de objetivos y requisitos de las asignaturas del plan de estudios de los estudiantes de Licenciatura en ingeniería de Software, así como consultar las calificaciones parciales conseguidas en cada una de las asignaturas inscritas en el periodo del plan de estudios.

Otra herramienta importante es la comunicación con el coordinador de carrera para que este pueda aclarar y resolver cualquier duda y pregunta que el estudiante tenga con respecto a asignaturas inscritas del plan de estudio. Así mismo que desde la aplicación móvil el alumno pueda acceder a la página web de la Facultad correspondiente.

En su propuesta definen 6 etapas para el desarrollo de la aplicación:

- Etapa 1. Definir de acuerdo con las necesidades, los requisitos funcionales de la aplicación.
- Etapa 2. Diseño general de la arquitectura de la aplicación.
- Etapa 3. Definición de los incrementos.
- Etapa 4. Construcción de los códigos del software.
- Etapa 5. Pruebas individuales de la funcionalidad de los elementos de la aplicación.
- Etapa 6. Integración de los elementos funcionales en la estructura del programa.

La Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá (2018) propuso el diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial en la asignatura de Optimización. Con el propósito de practicar los conceptos que sean vistos en la antes mencionada asignatura, así mismo que cuente con el contenido temático de la asignatura dentro de la aplicación para que el alumno pueda repasarlo y estudiarlo más fácilmente. El desarrollo de esta aplicación esta planificación en tres etapas generales y 7 subetapas, las cuales se mencionan a continuación:

- Etapa de definición. La cual es estudiar al usuario para reconocer las necesidades, capacidades y posibilidades.
- Etapa de Construcción. Se definen las características de la aplicación y la estructura de navegación que tendrá la aplicación.
- Etapa de Entrega. Es para recibir retroalimentación y se hace mediante un grupo de participantes. (Forero, Jiménez, López, Romero, Otero, 2018).

3. Metodología

Como parte de la metodología que se llevó a cabo para la investigación de tipo exploratoria y cualitativa, se consideró necesario la construcción de una encuesta de las aplicaciones móviles en el área de Ciencia e Ingeniería mediante el programa de Microsoft Forms, con el siguiente diseño y utilizando los siguientes parámetros para posteriormente los datos resultantes ser tratados en Microsoft Excel.

Para la elaboración de la encuesta se definió 42 reactivos, aunque algunos de ellos no aplicaban para todos los encuestados, considerando aspectos de tipo demográfico (4 reactivos), como lo son: género, edad, estado de residencia y si son estudiantes, dependiendo de la respuesta de si son estudiantes se les conducía a diferentes apartados (12 reactivos en el total de los apartados). También incluyó preguntas relacionadas a la ciencia o ingeniería (9 reactivos, nuevamente en varios apartados, según su caso), con respecto al uso de aplicaciones móviles contó con 11 reactivos, 4 reactivos relación al interés por aplicaciones móviles de STEM y dos preguntas abiertas sobre el gusto de las aplicaciones móviles.

De acuerdo con la población de estudio: 2,500 estudiantes de Ingeniería Industrial y Administración, se determina que el porcentaje de nivel de confianza es de un 90% y que el porcentaje de error permitido: 5%, ya que el tamaño de muestra es de 246 estudiantes.

4. Resultados

Los resultados obtenidos de la encuesta se analizarán dentro de este apartado, comenzando por el análisis de la población encuestada. Se recabaron las respuestas a la encuesta realizada, de 246 estudiantes pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial y Administrador, dentro del área de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, de los cuales 116 son hombres y 130 son mujeres.

Siendo clasificados en 10 semestres (Figura 1.), en donde el semestre con la mayor cantidad de estudiantes fue el segundo semestre (59 estudiantes), seguido por cuarto semestre (41 estudiantes).

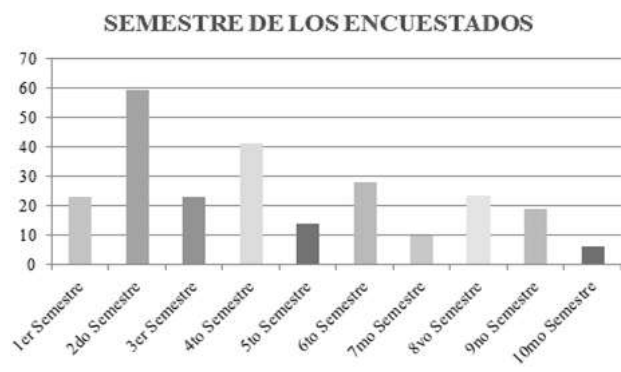


Figura 1. Semestre de los Encuestados

Del total de los estudiantes encuestados el 98% hace referencia a que, sí sería de utilidad el uso de este tipo de aplicaciones en la carrera de Ingeniero Industrial Administrador, mientras que solo el 2% de ellos cree que no sería esta manera. De los alumnos encuestados quienes respondieron negativamente a si han utilizado alguna de estas aplicaciones, mencionan que las unidades de aprendizaje para las cuales ellos están interesados en usar alguna de estas, son como primer lugar: matemáticas, obteniendo poco más de un cuarto del total del promedio de materias mencionadas, 27% y teniendo con menor porcentaje las unidades de investigación de operaciones y estadística con 9% cada una. (Figura 2.)

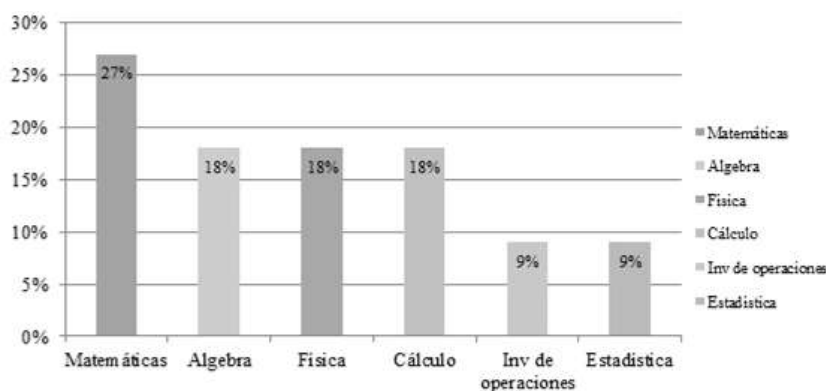


Figura 2. Unidades de aprendizaje de interés en el uso de aplicaciones móviles

De los encuestados, quienes si recomiendan el uso de estas aplicaciones hacen referencia, la mayoría de ellos que éstas son de gran ayuda a la hora de resolver problemas y que son excelentes herramientas para sobrellevar las materias cursadas en la carrera.

Como parte del objetivo de esta investigación se buscó conocer si los estudiantes encuestados conocían alguna aplicación móvil que les ayudará en su proceso de aprendizaje dentro del área de ciencia y/o ingeniería, obteniendo como resultado que el 71% de los estudiantes no conocían este tipo de aplicaciones. (Figura 3.)

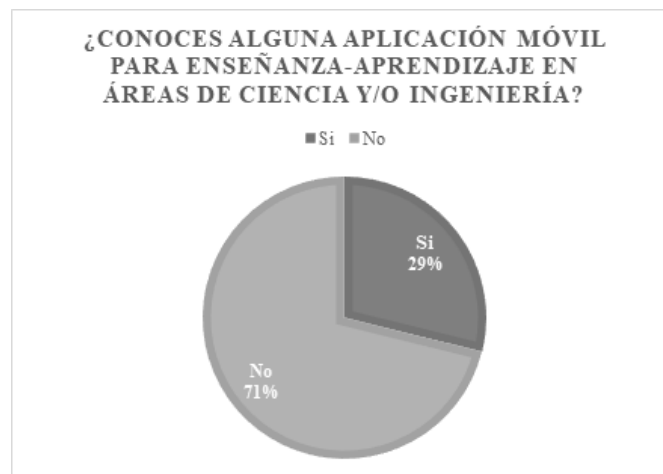


Figura 3. Conocimiento de aplicaciones móviles del área de ciencia y/o ingeniería

A partir de ello y tomando como referencia las respuestas negativas de la pregunta anterior, se consultó con los encuestados sobre el sí tenían algún interés en la creación de estas aplicaciones para las unidades de aprendizaje de su carrera obteniendo un porcentaje de respuestas positivas del 97%.

Donde las unidades de aprendizaje con mayor repetición dentro de las respuestas de los encuestados fueron las siguientes: Cálculo con un 15.9%, siguiendo Física con un 14.3% y Matemáticas con un 6.5%. (Figura 4.)

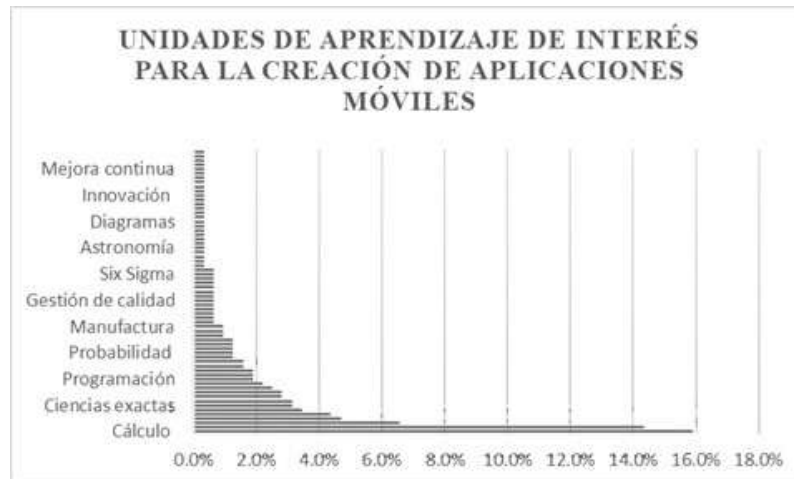


Figura 4. Unidades de aprendizaje de interés para la creación de aplicaciones móviles

De igual manera, se buscó comprender el porqué del rechazo ante estas aplicaciones, teniendo como resultado los siguientes motivos:

- No, las usaría.
- No, las usaría frecuentemente.
- Es más complicado y ocupa más espacio en el teléfono ocasionando que se vuelva más lento.

Referente a las aplicaciones móviles que más conocían los estudiantes, citamos que “Symbolab” presenta la mayor coincidencia con un 26% seguido de “Graphing Calculator” y Wolfram Alpha” con un 16% y 10% respectivamente. (Figura 5.)

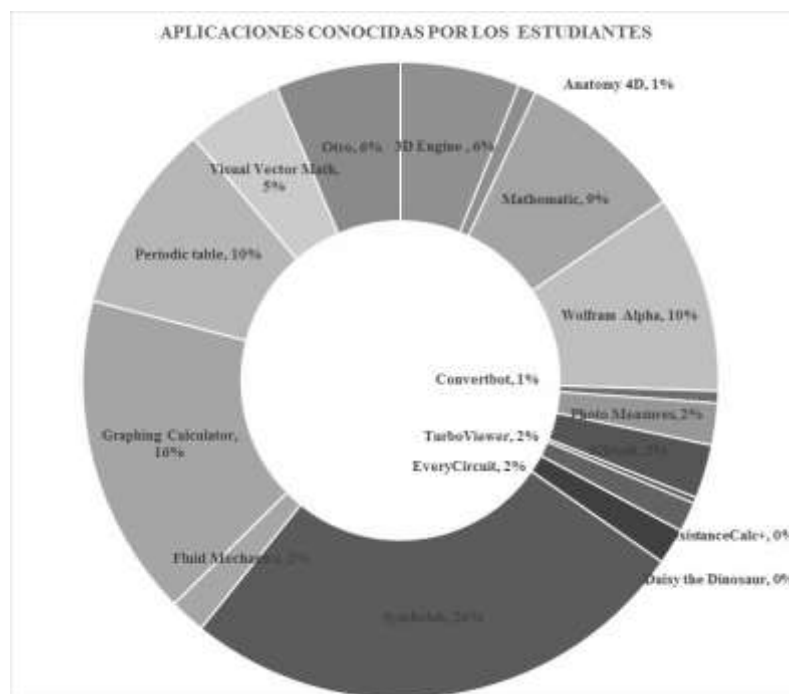


Figura 5. Aplicaciones móviles conocidas por los estudiantes

Con esto podemos hacer confirmar el dato de que las unidades de aprendizaje de mayor interés para las aplicaciones es cálculo puesto que estas aplicaciones se centran en este rubro.

Además de estas aplicaciones, los estudiantes mencionaron algunas otras, las cuales en su mayoría también hacen referencia a este campo. (Figura 6.)

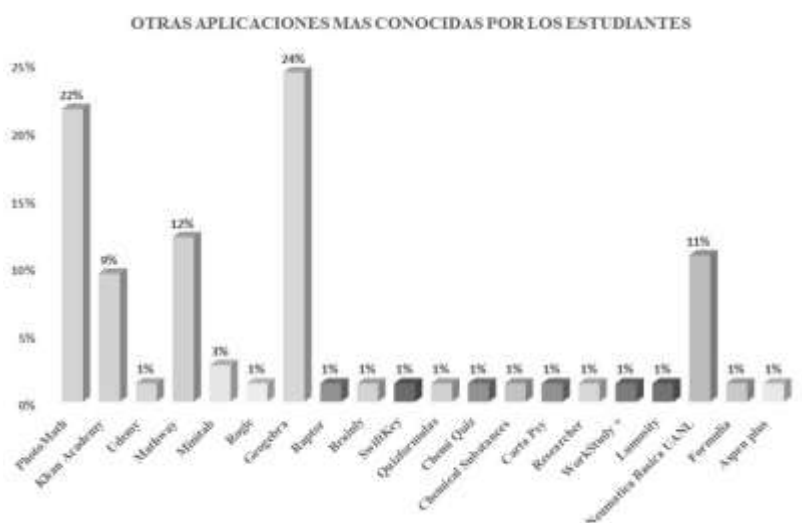


Figura 6. Otras aplicaciones móviles más conocidas por los estudiantes

Así mismo, las unidades de aprendizaje para las cuales los estudiantes encuestados utilizan estas aplicaciones están como bien venimos viendo, la materia de cálculo en primer lugar con 48% seguido de física con un 13% (Figura 7).



Figura 7. Unidades de aprendizaje donde utilizan las aplicaciones móviles conocidas

Los estudiantes encuestados mostraron una inclinación hacia la creación de aplicaciones móviles que les puedan ayudar a estudiar en las áreas de ingeniería y matemáticas con un 94% y 91% por ciento de interés respectivamente. (Figura 8.)

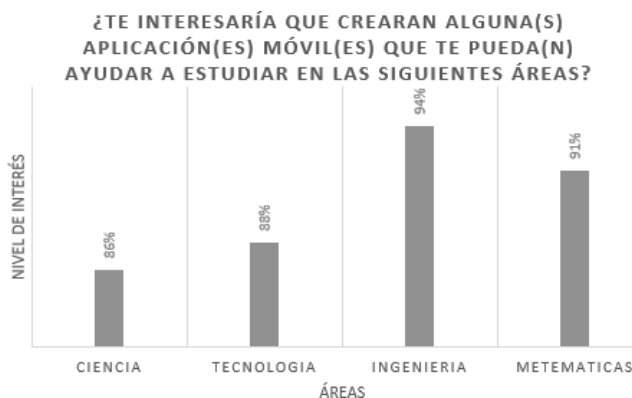


Figura 8. Áreas STEM sugeridas a crear algunas aplicaciones móviles

Se les pregunto a los estudiantes que era lo que no les gustaba de las aplicaciones ellos respondieron como primer lugar, que éstas contaran con anuncios o publicidad con más de un tercio de las respuestas obtenidas, seguidas por las razones de dificultad de uso y costos en las aplicaciones móviles.

Sin embargo, la mayoría de ellos aún puede hacer referencia a que su experiencia utilizando este tipo de aplicaciones es buena puesto que el 59% de los encuestados que utilizan alguna de ellas así lo comenta. (Figura 9.)



Figura 9. Experiencia en el uso de aplicaciones móviles

Finalmente, a continuación, podemos visualizar el uso que le dan los estudiantes encuestados a las diferentes aplicaciones antes mencionadas por semestre. En donde podemos concluir que la más utilizada es “Symbolab” en 4to semestre, seguido de 2do y 3er semestre respectivamente. (Figura 10.)

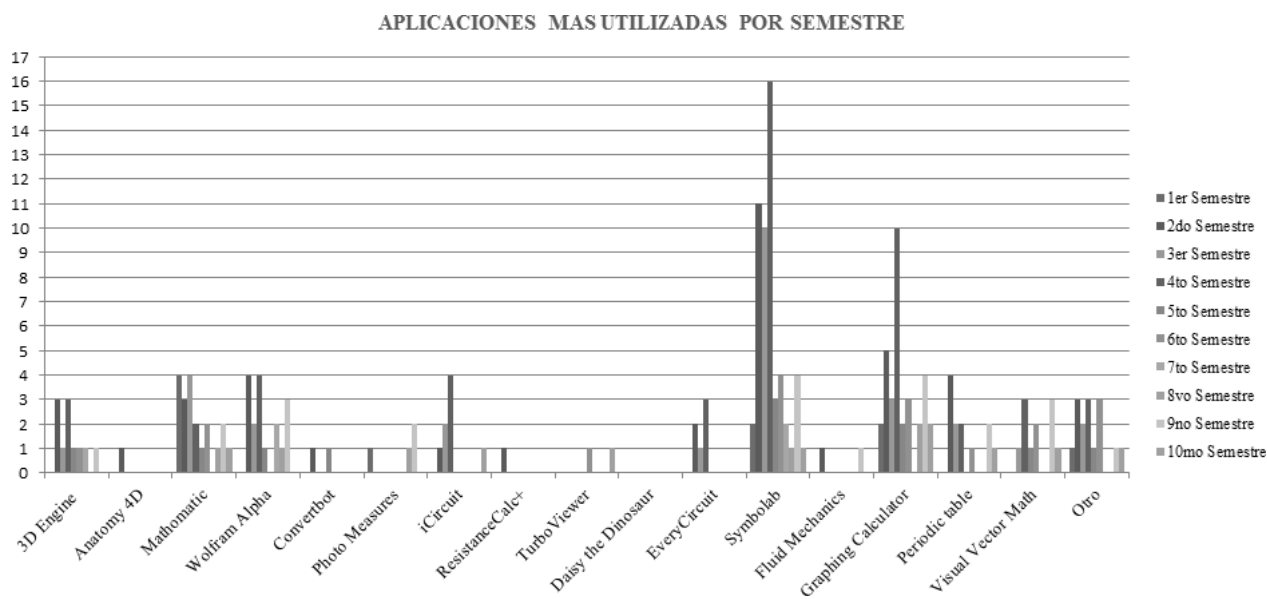


Figura 10. Aplicaciones más utilizadas por semestre

A continuación, en las tablas 1, 2 y 3, se muestran algunas de las ventajas y desventajas de estas aplicaciones mayormente utilizadas.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de estas aplicaciones mayormente utilizadas

Aplicación	Campo de Aplicación	Ventajas	Desventajas
3D Engine	Sistemas automotrices	Incluye una gran cantidad de funciones como: animaciones, grabaciones, cambios de escena, sonido entre otros.	Se necesitan ciertos requisitos específicos en el dispositivo móvil como: gran cantidad de almacenamiento o/y memoria.
Anatomy 4D	Área médica	Fácil de descargar y utilizar. Maneja una gran cantidad de detalle en sus animaciones. Puedes usar plantillas de tu preferencia.	Resolución de imágenes baja, si no cuenta con un sistema operativo óptimo.
Mathomatic	Cálculo	No ocupa espacio en el disco duro. No necesita instalación alguna.	El proceso no puede usar completamente todo el recurso de la CPU.
Wolfram Alpha	Ciencias, Ingenierías, Matemáticas, Educación, Nutrición y Medicina.	Traduce preguntas y datos en respuestas e información entendible. Generador de problemas prácticos. Transforma directamente datos en gráficos.	Solo acepta preguntas en inglés. Aplicaciones de pago especializadas.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de estas aplicaciones mayormente utilizadas

Aplicación	Campo de Aplicación	Ventajas	Desventajas
Convertbot	Metrología	Incluye 440 conversiones distintas. Interfaz bien diseñada e intuitiva. Video demo para mayor entendimiento.	No admite ciertas resoluciones de algunos modelos de teléfonos celulares.
Photo Measures	Metrología Diseños y construcciones industriales y arquitectónicas	Permite anotar y guardar medidas y dimensiones en una imagen. Se pueden enviar a cualquiera o exportarse a la galería. Cuenta con un gran número de unidades métricas e imperiales. Aplicación gratuita. Disponible en varios idiomas	La determinación de las distancias es manual.
iCircuit	Diseño de circuitos	Permite hacer simulaciones digitales y analógicas. Librerías de dispositivos clarificadas por categorías.	El simulador que utiliza es muy pobre. No existen actualizaciones para las librerías de dispositivos.
Resistance	Cálculo de resistencias	Librerías de dispositivos clarificadas por categorías. Permite realizar simulaciones digitales y analógicas. Permite diseñar diferentes tipos de dispositivos que no se encuentre en las librerías.	El simulador con el que cuenta es muy pobre.
Turbo Viewer	Diseños arquitectónicos Dibujos de ingeniería	Soporta tanto en 2D y 3D CAD DWG. Cuenta con una herramienta multitáctil de navegación. Permite compartir y ver archivos en diferentes modos y plataformas. Posibilidad de cancelar un archivo durante la carga. Restaura y guarda AUTOCAD. Disponible en 15 idiomas.	Interfaz algo difícil de entender.
Daisy the Dinosaur	Programación	Interfaz demasiado intuitiva por lo cual es ideal para todas las edades.	Opciones muy básicas.
Every Circuit	Circuitos	Es una aplicación interactiva para simular circuitos eléctricos, permite crear circuitos desde cero o utilizar diseños ya establecidos.	No incluye instrucciones para empezar a usar la aplicación.
Symbol lab	Calculo Algebra	Es una aplicación de calculadoras, para resolver problemas de áreas como algebra, calculo, funciones, matrices, vectores, estadísticas entre otras. Aplicación liviana para cualquier dispositivo.	El motor de búsqueda puede ser lento dependiendo de la capacidad del dispositivo.
Fluid Mechanics	Mecánica de Fluidos	Aplicación en la cual se tiene información acerca del tema de mecánica de fluidos. Incluye exámenes, textos, libros y videos.	Uso de anuncios dentro de la aplicación, solo se puede utilizar estando conectado a internet,
Graphing Calculator	Matemáticas	Permite resolver ecuaciones matrices, fracciones, números complejos, polinomios, etc. También realiza graficas de funciones de muchos tipos.	Puede ser difícil el utilizar la aplicación. La interfaz puede ser difícil de usar.

Tabla 3. Ventajas y desventajas de estas aplicaciones mayormente utilizadas

Aplicación	Campo de Aplicación	Ventajas	Desventajas
Periodic Table	Química	Aplicación en la que además de la tabla periódica encontrarás descripciones de los elementos, categoría, estado, estructura cristalina, símbolo, número atómico, punto de fusión, electronegatividad, configuración de electrones, isótopos, y mucho más.	Se vuelve difícil de usar en algunas versiones anteriores de android.
Visual Vector Math	Matemáticas	Permite graficar vectores, de forma sencilla, gracias a su interfaz intuitiva	Opciones muy básicas

5. Conclusiones

Se presentó un análisis del uso e interés que tienen los alumnos con las aplicaciones móviles como parte de su formación profesional, obteniendo una respuesta positiva por parte de ellos, que nos lleva a una alta demanda para la creación de estas, especialmente para aquellas relacionadas con el área de ingeniería y matemáticas. Es importante mencionar que el uso de estas aplicaciones en la educación aporta grandes beneficios, los cuáles se ven reflejados principalmente en el campo laboral.

6. Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes Erika Janneth Cantú Medrano, Lizbeth Astrid López Rivera, Lizbeth Sarahi Martínez Rodríguez y Cynthia Guadalupe Neri Montemayor de la carrera Ingeniero Industrial Administrador por su valiosa colaboración para llevar a cabo este estudio.

7. Referencias

- Barragán, S., & Cala, F. (2019). Educación STEM integrada como estrategia. En N. Moreno, Educación STEM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos (págs. 85-110). Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica.
- Bullé, S. G. (20 de junio de 2019). Observatorio de Innovación Educativa. 28 de febrero de 2020, obtenido de: observatorio.tec.mx/edu-news/que-es-mobile-learning.
- Chavoshi, A., & Hamidi, H. (2018). Análisis de los factores esenciales para la adopción del aprendizaje móvil en la educación superior: un estudio de caso de estudiantes de la universidad de tecnología. En A. Chavoshi, & H. Hamidi, Telemática e informática (págs. 1053-1070).
- Díaz Mendoza, J. C., Ucán Pech, J. P., Aguilera Gúemez, A., & Toscano de la Torre, A. B. (2016). Asistente escolar para los estudiantes de Ingeniería de Software: una aplicación móvil. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica.
- Flores, Guzmán, Martínez, Ibarra & Alvear, (2020). Educación 4.0, origen para su fundamentación.
- Forero Velasco, W. F., Jiménez Roberto, J. L., López Villalba, J. C., Romero Mora, G. S., & Otero Caicedo, R. F. (2018). Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza.
- Gangaianmaran, R., & Pasupathi, M. (2017). Review on Use of Mobile Apps for Language Learning. International Journal of Applied Engineering Research, 12, 11242-11251.
- González, D.J (Enero – marzo de 2019). *La docencia politécnica y la educación 4.0* Secretaría Académica del Instituto Politécnico Nacional, 1(2) Instituto Politécnico Nacional [IPN] (2009 – 2013) *Gobierno de México. Educación 4.0* Obtenido el 20 de abril de 2021 de <https://e4-0.ipn.mx/educacion-4-0/>
- Javier Fombona Cadavieco, M. Á. (2013). Beneficios del m-learning en la Educación Superior. *Educatio siglo XXI*, 31(2), 211-234.
- Jorge Rodríguez Arce, J. P. (2017). Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento.

- Obtenido de: "Ride" *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 2-24.
- Karabatzaki, Z., Stathopoulou, A., Kokkalia, G., Dimitriou, E., Loukeri, P. I., Economou, A., & Drigas, A. (marzo de 2018). Mobile Application Tools for Students in Secondary Education. An Evaluation Study. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 142-161. Obtenido el 15 de mayo de 2021, Obtenido de: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/8158>
- López, V., Couso, D., & Simarro, C. (31 de marzo de 2020). Educación STEM en y para un mundo digital. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62). Obtenido de: <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Pastore, S. (Enero de 2014). Developing mobile educational apps: development strategies, tools, and business models. *ACSIJ Advance in Computer Science: an International Journal*, 3, 27-36. Obtenido de <http://www.acsij.org/acsij/article/view/230>
- Ping Lim, C., & Churchill, D. (22 de Marzo de 2016). Mobile learning. 24, 273-276. Obtenido de: <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1113705>
- Rius, A., Masip, D., & Clarisó, R. (2014). Student projects empowering mobile learning in higher education. *Revista de la Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 11. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v11i1.1901>
- Rodríguez Zambrano, A., Rocío Rey, E., Zambrano Cedeño, V., & Rodríguez Arieta, G. (2019). TICS y Aplicaciones móviles en la educación superior; del Dicho al reto. *Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2019/01/tics-educacion-superior.html>
- Secretaría de Educación Pública. (2018). *Educación 4.0*. 01 de marzo de 2020, de docente.4-0.ipn.mx/index.php/educacion-4.

Aplicación de Factores Ponderados para el Cálculo del NPR en el Procedimiento de AMEF

Application of Weighted Factors for the Calculation of the NPR in the FMEA Procedure

Leonardo Gabriel Hernández Landa, Elva Patricia Puente Aguilar, Argelia Vargas Moreno

^{1,2,3,4}Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo León, México.

[*Leonardo.hernandezln@uanl.edu.mx](mailto:Leonardo.hernandezln@uanl.edu.mx)

Abstract

The application of the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) is of the utmost importance in industries, since it allows identifying possible failures in the design of the product or process, the effects of those failures and the actions that eliminate or reduce those effects. However, the results obtained with the current procedure for calculating the Risk Priority Number (NPR) cannot be used as a criterion to establish the order of the improvements required to remove or reduce the failure modes, since within the same FMEA, a repeated NPR in different potential failures can be found. This research proposes a method to define the order in which product or process defects must be solved to facilitate the implementation of the necessary actions to improve the design. First, the effects of the introduction of weighted factors in the calculation of the NPR are identified, based on the cost of the points involved in each of the failure modes, that is, how much the severity, occurrence, and detection of a failure costs to the company. The analysis is presented, adding this weight to the procedure to obtain the NPR, finally the results are displayed.

Keywords

FMEA, NPR, cost, weighting, weighting factors.

Resumen

La aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF) es de suma importancia en las industrias dado que permite identificar posibles fallas en el diseño del producto o proceso, sus efectos y las acciones que eliminan o disminuyen dichos efectos. Sin embargo, los resultados obtenidos con el procedimiento actual para el cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR) no pueden ser utilizados como un criterio para establecer el orden de las mejoras requeridas para remover o reducir los modos de falla, puesto que dentro de un mismo AMEF se puede encontrar un NPR repetido en diferentes fallos potenciales. En esta investigación se propone un método para definir el orden en que se deben atacar los defectos de producto o proceso para facilitar la implementación de acciones para mejorar el diseño. Primero, se identifican los efectos de la introducción de factores ponderados en el cálculo del NPR, basados en el costo de los puntos involucrados en cada uno de los modos de falla, es decir, cuánto le cuesta a la empresa la severidad, ocurrencia y detección de una falla. Se presenta el análisis, agregando esta ponderación al procedimiento para obtener el NPR y finalmente se muestran los resultados.

Palabras clave

AMEF, NPR, costo, ponderación, factores ponderados.

1. Introducción

El AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) es un método sistemático para identificar y prevenir los problemas de un proceso o producto antes de que ocurran, su enfoque además de la prevención de defectos está dirigido a mejorar la seguridad e incrementar la satisfacción del cliente (McDermott et al., 2009). Es una herramienta que permite conocer los riesgos potenciales en el diseño de un producto o proceso y sus efectos en el sistema, con el propósito de establecer una priorización y desarrollar acciones para su detección y prevención. Esto permite anticiparse a la implementación del producto o proceso y evitar que ocurran las fallas detectadas, lo que ofrece diversos beneficios, como la reducción del costo por garantías, aumento en la confiabilidad del sistema analizado, tiempo de desarrollo de nuevos productos o procesos más cortos, documentación completa del sistema y, por consiguiente, la satisfacción del cliente.

Existen múltiples aplicaciones y enfoques que se han desarrollado en los últimos años como lo indican Sharma y Srivastava (2018). El procedimiento de AMEF permite evaluar la severidad, ocurrencia y detección de cada defecto identificado y mediante la multiplicación de estos factores, se obtiene un Número de Prioridad de Riesgo o NPR, el cual se ubica entre 1 y 1,000 e indica, como su nombre lo dice, la prioridad que se le debe dar a cada falla para eliminarla o disminuirla. De acuerdo con Stamatis (2003) la ocurrencia se define como la frecuencia de la falla, la severidad se refiere a la seriedad de los efectos de la falla y la detección es la habilidad para detectar la falla antes de que alcance al cliente. Sin embargo, de acuerdo con Rhee e Ishii (2003) esta metodología presenta algunas debilidades importantes cuando se aplica en casos reales de la industria. Por lo tanto, se han sugerido enfoques alternativos en la literatura para resolver algunas de las deficiencias del método tradicional del NPR, buscando implementar esta herramienta de un modo eficiente (Liu et al., 2013). Una de las desventajas descritas en la literatura es que, a pesar de tener un gran número de combinaciones, es posible obtener el mismo NPR para distintos defectos, lo que dificulta saber la prioridad en que se deben atender los modos de falla.

El método propuesto para la obtención de un NPR único para los defectos detectados se basa en el método de factores ponderados, que es una herramienta enfocada en la evaluación de puntos y de la cual se obtienen resultados que permiten definir una priorización. Es un procedimiento similar al que se lleva a cabo actualmente y que, combinado con los aspectos calificados en el AMEF, brindan una clasificación más precisa a los riesgos potenciales.

Para la experimentación, se desarrolló el análisis de 4 documentos utilizados en la industria automotriz, se detectaron combinaciones que resultaban en un mismo NPR para diferentes modos de falla y se aplicaron factores ponderados para estudiar el cambio que esto representa en los resultados obtenidos.

La estructura del trabajo se presenta de la siguiente forma: en primer lugar, se hace una descripción del problema, antecedentes y objetivos. En la parte de la experimentación, se verán los AMEF analizados y el método propuesto. Por último, se analizan los resultados y se desarrollan conclusiones.

Se busca un método que combine de forma óptima los factores evaluados en el AMEF para obtener un NPR único para cada modo de falla, logrando de esta forma establecer una priorización sin las dificultades que presenta la metodología actual. A continuación, se presentan los antecedentes ubicados en la literatura.

2. Antecedentes

El AMEF es una herramienta ampliamente utilizada en la industria, esto debido a que los AMEF de diseño y proceso son parte de la Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP) como lo señala Stamatis (2018). Los estándares para la elaboración de este documento son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por Chrysler LLC, Ford Motor Company y General Motors Corporation (2008), donde se proporcionan lineamientos generales para la preparación y ejecución de este procedimiento.

Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial (Denisis et al., 2012).

Se ha comprobado que el AMEF tradicional es una de las herramientas más importantes para implementar acciones preventivas en los sistemas, diseños, procesos o servicios que evitarán la ocurrencia de fallas y errores y, por consiguiente, afectaciones al cliente. Sin embargo, el método actual para el cálculo del NPR ha sido criticado en la literatura por una variedad de razones, las cuales se muestran en Liu et al. (2013).

Este artículo se enfoca en el siguiente punto: diferentes combinaciones de Ocurrencia, Severidad y Detección pueden producir exactamente el mismo valor de NPR, pero las implicaciones en riesgo pueden ser totalmente diferentes. De

acuerdo con la información presentada en el informe de Kmenta e Ishii (2000), el riesgo contiene dos elementos básicos: oportunidad y consecuencias. Es así como la probabilidad es una medida universal de la oportunidad y el costo es una medida aceptada de las consecuencias de acuerdo con Gilchrist (1993); por lo tanto, para un escenario de falla, el riesgo es calculado como el costo esperado: la multiplicación de la probabilidad por el costo de la falla como lo señala Rassmusen (1981).

En este trabajo se partirá de esta base para integrar el costo en la evaluación de los modos de falla y encontrar un NPR preciso. De esta forma, se puede atribuir el monto a los efectos de las fallas y facilitar la toma de decisiones en cuanto a los siguientes pasos.

Continuando con el análisis de Kmenta e Ishii (2000), en la Tabla 1 se observan las ventajas y desventajas del método tradicional para el AMEF y el escenario usando el costo esperado, el cual sirvió como punto de partida para la propuesta presentada en este artículo.

Tabla 1. Ventajas y desventajas del AMEF tradicional contra el costo estimado

AMEF basado en costo estimado	AMEF tradicional basado en NPR
Desventajas	
Costo y probabilidad son difíciles de estimar sin la información completa	Valores de O, S, D pueden variar según la interpretación
Puede rechazarse el uso de estimado para costos y probabilidad	No es válida la multiplicación de escalas ordinales
Ventajas	
La probabilidad y el costo tienen significados universales y definiciones constantes	Escalas 1-10 son conocidas y rápidas
Las reglas para el manejo de las probabilidades están bien establecidas	Hay una gran cantidad de software y procedimientos de AMEF que utilizan el NPR

Existen diversas fuentes de literatura que presentan un enfoque diferente para la elaboración del AMEF, mostrando que éste puede realizarse de varias maneras con el fin de presentar un resultado exacto, lo que permite una priorización más sencilla (Xiao et al., 2011). Estos enfoques pueden encontrarse también en las investigaciones de Spreafico et al. (2017) y Xu et al. (2002).

Por otro lado, es importante conocer y comprender el método tradicional para explorar y proponer nuevas metodologías. Éste se explica con detalle en el manual de referencia de Lange et al. (2001).

2.2 Análisis preliminar

Para este apartado, se utilizaron cuatro AMEF de dos empresas, ambas del giro automotriz, con el fin de analizar los NPR obtenidos en la evaluación de procesos de dichas empresas.

Como se puede observar, en la Figura 1 se tienen valores idénticos para el Número de Prioridad de Riesgo en diferentes modos de falla, debido a que se presentan combinaciones similares en la Severidad, Ocurrencia y Detección que resultan en un mismo NPR.

AMEF de Proceso																			
Item		Responsabilidad del Proceso				Número de AMEF		Preparado por											
Año/Modificación/Equipo Implementador		Fecha Clave				Fecha (Día)		Fecha de Rev.											
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		SUB-PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFFECTO DE FALLA POTENCIAL	S E V	C L A	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	D C U	CONTROLES PREVENCIÓN	CONTROLES DETECCIÓN	D E T	N P R	ACCIONES RECOMENDADAS	ÁREA RESP. FECHA COM. PRÓXIMO	ACCIONES TOMADAS	S E V	D C U	D E T	N P R
Línea principal	Soldadura	Falla de soldadura o puntos de soldadura	Desprendimiento de piezas	8	1	Falta de seguimiento a hoja de proceso	5	Seguimiento a hoja de Proceso por parte del operario al inicio del proceso	Checklist de inspección de soldadura	5	225								
		Porosidad (Cavidad formada por un gas atrapado durante la soldadura)	Menor resistencia de las partes soldadas (puede especificación de resistencia)	7	1	Distancia entre antorchas de soldadura y material a soldar (torch out) muy larga	5	Seguimiento a hoja de Proceso por parte del operario al inicio del proceso	Checklist de inspección de soldadura	5	175								
		Soldadura de longitud específica (Soldadura incompleta)	Menor durabilidad del cliente	7	1	Mala aplicación del operador	5	Seguimiento a hoja de Proceso por parte del operario al inicio del proceso	Checklist de inspección de soldadura	5	175								
		Soldadura (En un buen fondo en el metal base que adhiere al material)	Menor ciclo de vida de las partes afectadas	7	1	Ángulo de aplicación diferente al establecido	3	Seguimiento del proceso establecido de acuerdo al flujo de trabajo	Checklist de inspección de soldadura	5	185								
		Falta de pintura/pulido (En una soldadura localizada en la cara de la soldadura o en la raíz extendida debajo de la superficie del metal base)	Menor durabilidad del cliente	7	1	Bajo Ampereaje	3	Mantenimiento / Inspección mensual por equipo de Técnico de Soldadura	Checklist de inspección de soldadura	5	185								
		Choque de arco (En una discontinuidad que consiste en cualquier metal fundido localizado en la zona afectada por el calor o cualquier cambio en el perfil de la superficie de una junta a soldar o metal base resultante del soldadura fuera de la junta (En cuando la soldadura repetitiva la cual de la	Mala Apariencia del material	8	1	Consumible dañado	3	Mantenimiento / Inspección de equipo antes de iniciar proceso por parte del operador	Realizar inspección de programa de soldadura por parte del técnico en soldadura	5	185								
	Posicionamiento	Variedad Dimensional	Cliente no puede ensamblar / Afectación en la línea del cliente	7	1	Ángulo de aplicación diferente al establecido	4	Seguimiento del proceso establecido de acuerdo al flujo de trabajo	Checklist de inspección de soldadura	5	185								
		Choque impactos entre materiales (en soldadura)	Desempeño del producto	7	1	Movimiento de piezas debido al calor de la soldadura	5	Consultar referencias manuales por el SQA/T para la selección de piezas (en caso de ser necesario, tomar más) y dejar entrar la pieza lo necesario dentro de la hora prevista para soldar	Inspección dimensional con Braco FAPD	2	175								
	Características Especiales																		
	H	Características de Control Interno		Características Críticas Dimensional															
M	Características Significativas Internas		Características Críticas Soldadura																
S	Características de Seguridad		Características Críticas Seguridad																

Figura 1. AMEF con cálculo tradicional de NPR (Proceso 1 – Empresa 1)

En la Figura 2, es posible comprobar que la calificación otorgada a los aspectos a evaluar depende en gran medida de la interpretación del equipo que elabora el documento y no de algún estándar definido, ya que en la detección se da un valor diferente al mismo tipo de control, que es la inspección visual. Ésta se califica con 7 en el primer modo de falla y en el último tiene un 8. Con esto, vemos que es importante contar con un procedimiento estándar que ofrezca resultados precisos y que no presenten variación.

AMEF de Proceso																			
Item		Responsabilidad del Proceso				Número de AMEF		Preparado por											
Año/Modificación/Equipo Implementado		Fecha Clave				Fecha (Día)		Fecha de Rev.											
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		SUB-PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	EFECTO DE FALLA POTENCIAL	S E V	C L A	CAUSA POTENCIAL DE FALLA	D C U	CONTROLES PREVENCIÓN	CONTROLES DETECCIÓN	D E T	N P R	RESUMIDO						
													ACCIONES RECOMENDADAS	ÁREA RESP. FECHA COM. PRÓXIMO	ACCIÓN TOMADA	S E V	D C U	D E T	N P R
Instalación de Clinch Nula	Nula	Falla de alineación	No se puede ensamblar	Falla de proceso de corte	7	1	Falta de alineación de la línea de ensamblaje	5	Línea de ensamble controla	Inspección visual	7	185							
Instalación de Clinch Nula	Nula	Falla dimensional	Tiene fuerza de posición	Falla en proceso de ensamble de piezas	7	1	Paralelismo mal aplicado	3	Liberación de pieza crítica	Inspección visual	3	63							
Instalación de Clinch Nula	Nula	Falla de impresión de fuerza	Falla en prueba torque	Medición de altura de prensa después de 300 piezas	6	1	Movimiento de prensa al final de la operación	3	Prueba de alineación de torque	Inspección visual	4	72							
Instalación de Clinch Nula	Nula	Falla de nivel en aplicación de fuerza	Deformación de zona	Medición de altura de prensa después de 250 piezas	4	1		1	Inspección visual	5	52								

Características Especiales	
H	Características de Control Interno
M	Características Significativas Internas
S	Características de Seguridad

Figura 2. AMEF con cálculo tradicional de NPR (Proceso 2 – Empresa 1)

En el AMEF que se muestra en la Figura 3, podemos observar que hay fallas con un cálculo del NRP iguales y esto puede generar conflicto o desconfianza a la hora de evaluar y dar prioridades a las fallas detectadas. Esto es debido a que la elaboración del AMEF está muy relacionado con la experiencia laboral de cada una de las personas que participaron en su análisis, por lo que podemos determinar que en este documento también hace falta documentación estandarizada para tomar en cuenta a la hora de su elaboración.

Como en el caso anterior, para este análisis de fallas se tiene como control preventivo actual la inspección visual, la cual varía entre 7 y 8 el nivel de ocurrencia. De lo anterior podemos deducir que no se tiene un control visual estandarizado para la misma operación, como lo es el cepillado del “Center Body”.

Item #	Process Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Oc c u r	Current Process Control Prevention	Current Process Control Detection	De t e c	RPN
10	Cepillado de Center Body	Retirar rebabas y suciedad de la zona de sello	Rebabas en sello	O ring dañado Perno Rayado Fugas menores a través de la zona de sello.	8		Omisión de operación	2	HE-C3-0102 HE-C2-0101 HE-C1-0101 AV-C3-ADAPTER-001	Inspeccion Visual	8	128
							Cepillo desgastado	2	colocar HP o AV correspondiente a cepillo	Inspeccion Visual	8	128
							Cepillo no gira	2	Mantenimiento Preventivo	Inspeccion Visual	7	112
				Problemas de ensamble en la siguiente estación , mala instalación de las guías Dificultad para instalar el perno en el centro del center body	3		Omisión de operación	2	HE-C3-0102 HE-C2-0101 HE-C1-0101 AV-C3-ADAPTER-001	Inspeccion Visual	8	48
							Cepillo desgastado	2	colocar HP o AV correspondiente a cepillo	Inspeccion Visual	8	48
							Cepillo no gira	2	Mantenimiento Preventivo	Inspeccion Visual	7	42

Figura 3. AMEF con cálculo tradicional de NPR (Proceso 1 – Empresa 2)

En la Figura 4, es notorio una situación muy similar a las anteriores, los controles aplicados son muy sencillos para fallas con un NRP muy elevado, en estas fallas en las cuales se han tenido incidencias graves como son reclamos de cliente. El cálculo es dependiente básicamente de la detectabilidad, por lo que se puede concluir en este caso que al poner controles específicos para cada una de las causas potenciales el resultado pueda ser más conciso.

Item #	Process Function Requerimientos	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Oc c u r	Current Process Control Prevention	Current Process Control Detection	De t e c	RPN
10	Cepillado (Remover rebabas con cepillo giratorio)	Mal cepillado del center body	Reclamo de cliente reduce nivel de rendimiento. (Desplazamiento del oring por rebaba)	5		Desgaste del cepillo	5	Ayuda visual HP ?	Prueba de Fugas Adapter	8	200
90	Rolar PB (Doblado de ceja del chamber de modo paralelo al adapter)	Sellado incompleto	Reclamacion de cliente (Fugas por mal sellado)	9	K	Mal setup de carrera	3	no	Inspeccion de primera pieza	8	216
						Incorrecta interpretación de dibujo	4		Inspección de la primera pieza	8	256
						Error de ensamble	4	HP	Inspección de la primera pieza	8	256
						Omisión de operación	5		Inspección visual en operaciones subsecuentes	8	240

Figura 4. AMEF con cálculo tradicional de NPR (Proceso 2 – Empresa 2)

3. Experimentación

En el AMEF tradicional, existen tres variables que impactan en el resultado del NPR: Severidad, Ocurrencia y Detección. Para el método propuesto en esta investigación, se agregará una ponderación a cada uno de los modos de falla. Esto se hará en función del costo asociado a un escenario de falla dentro del proceso; es decir, se calculará el costo de la severidad de un defecto, por ejemplo, afectaciones al cliente, costos de garantía, chatarra, etc., después se consigue el costo de la ocurrencia, que indica cuánto pierde la empresa cuando sucede un modo de falla o cuando se

Por último, en las Figuras 7 y 8 observamos también que no se tiene un mismo valor para los NPR, por lo que la introducción de los factores ponderados en este cálculo ayuda a una priorización más práctica.

PROCESS FMEA															
Item : Gold Seal			Line: GS					Process Responsibility : Haldex FMEA team							
Model Year(s)/Vehicle(s)				Brakes			FMEA # :		AMEF-A-002						
Core Team :			Sofir Talp, Eddel Olivera, Supervisores, Jose Alcazar, Soraya Zuniga, Cristian Aucea.												
Item #	Process Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev	PO ND	Clase	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	O c c u r	P F M O D	Current Process Control Prevention	Current Process Control Detection	D e t e c	PO ND	RPN
10	Cepillado de Center Body	Eliminar rebabas y posibilidad de la zona de sello	Rebabez en sello	Oring dañado Freno Rayado Fugas menores a través de la zona de sello.	5		0.6	Omisión de operación Cepillo desgastado	2 2	0.7 0.3	HE-C3-0902 HE-C2-0801 HE-C1-0801 AV-C3-ADAPTER-001 colocar HP o AV correspondiente a cepillo	Inspeccion Visual Inspeccion Visual	8 8	0.2 0.2	8.752 4.608
25	Lubricacion de la zona de sello del center seal	Lubricacion de las cavidades de la zona de sello con grasa super lube	Falta de Grasa	Daño prematuro del Oring, generando fugas menores en la zona de sello. Desplazamiento de Oring, fuga en la zona de sello.	8	1		Omisión de operación	2	0.7	HE-C3-0802 HE-C2-0801 HE-C1-0801 AV-C3-ADAPTER-001	Inspeccion Visual	8	0.8	8.964
								Falta de Grasa en el tanque	2	0.8	HE-C3-0802 HE-C2-0801 HE-C1-0801 AV-C3-ADAPTER-001	Inspeccion Visual	8	0.2	12.288
								Falta de la bomba de grasa	2	0.9	Mantenimiento Preventivo	Inspeccion Visual	8	0.2	15.824

Figura 7. AMEF con factores ponderados de acuerdo con el costo estimado (Proceso 1 – Empresa 2)

Item #	Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Sev		Class	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Oc	c	Current Process Control Prevention	Current Process Control Detection	De	t	c	RPN
	Requeriments														
10	Cepillado (Remove rebabas con cepillo giratorio)	Mal cepillado del center body	Reclamo de cliente reduce nivel de rendimiento. (Desplazamiento del oring por rebaba)	5	1		Desgaste del cepillo	5	0	Ayuda visual HP ?	Prueba de Fugas Adapter	8	0		12
90	Rolar PB (Doblado de ceja del chamber de modo paralelo al adapter)	Sellado incompleto	Reclamacion de cliente (Fugas por mal sellado)	9	1		Mal setup de carrera	3	0	no	Inspeccion de primera pieza	8	0		34.56
						Incorrecta interpretación de dibujo	4	0		Inspección de la primera pieza	8	0		11.52	
						Error de ensamble	4	0	HP	Inspección de la primera pieza	8	0		46.08	
								Omisión de operación	5	0		Inspección visual en operaciones subsecuentes	8	0	

Figura 8. AMEF con factores ponderados de acuerdo con el costo estimado (Proceso 2 – Empresa 2)

Finalmente, se presenta la Figura 9., que es una tabla comparativa de los resultados originales contra los obtenidos con la metodología propuesta.

Ejemplos de AMEF				Actual	Propuesto
DESCRIPCION DEL PROCESO	SUB-PROCESO	MODOS DE FALLA POTENCIAL	EFECTO DE FALLA POTENCIAL	N P R	N P R
Linea principal	Soldadura	Falta de cordón o puntos de soldadura	Desprendimiento de piezas	225.00	32.40
		Porosidad (Cavidad formada por un gas atrapado durante la solidificación)	Menor resistencia de las piezas afectadas (agregar especificación de resistencia)	175.00	3.09
		Soldadura de longitud específica (Soldadura incompleta)	Menor durabilidad del chasis	175.00	2.80
		Socavamiento (Es un bisel fundido en el metal base que adelgaza el material)	Menor ciclo de vida de las piezas afectadas	105.00	1.85
		Falta de pierna y garganta (Es una falta de llenado en la cara de la soldadura o en la raíz extendida debajo de la superficie del metal base)	Menor durabilidad del cordón aplicado	105.00	1.01
		Golpe de arco (Es una discontinuidad que consiste en cualquier metal fundido localizado en la zona afectada por el calor o cualquier cambio en el perfil de la superficie de una parte a soldar o metal base resultante del arco)	Mala Apariencia del material	96.00	1.72
		Soldadura fuera de la junta (Es cuando la soldadura no fusiona la raíz de la junta)	Inicio de grietas en los cordones de soldadura	140.00	2.47
	Posicionamiento	Variación Dimensional	Cliente no puede ensamblar	70.00	13.23
		Gaps (espacios entre materiales a ser soldados)	Desempeño del producto	140.00	16.80
Instalación de Clinch Nuts	N/A	Falta de diámetro	No se puede colocar tuerca	147.00	31.75
		Falla dimensional	Tuerca fuera de posición	63.00	12.85
		Falta de expansión de tuerca	Falla en prueba torque	72.00	15.55
		Falla de nivel en aplicación de tuerca	Deformación de area	32.00	4.08
Cepillado de Center Body	N/A	Rebabas en sello	O Ring dañado	128.00	10.75
			Perno rayado	128.00	4.61
			Fugas menores a través de la zona de sello	112.00	8.06
			Problemas de ensamble en siguiente estación	48.00	12.29
			Mala instalación de las guías	48.00	13.82
Cepillado	N/A	Mal cepillado	Desplazamiento de O ring	200.00	12.00
		Sellado incompleto	Reclamación de cliente	216.00	34.56
			Fugas por mal sellado	256.00	11.52
			Problemas de ensamble en siguiente estación	256.00	46.08

Figura 9. Tabla comparativa: AMEF tradicional contra AMEF con factores ponderados

En esta tabla se resume la información arrojada con la experimentación, la cual indica que, al incluir los costos asociados con la severidad, ocurrencia y detección, se puede obtener mayor variedad en los resultados del NPR, Esto, a su vez, permite identificar los modos de falla que representan un mayor impacto en la economía de la empresa y que, por esta razón, deberán ser atendidos con prioridad.

4. Conclusiones

Esta investigación nos permitió conocer más a fondo el funcionamiento de un análisis de fallas en los procesos de producción, nos dimos cuenta de que, aunque resulta muy útil para clasificar las fallas detectadas y atacarlas, encontrar un enfoque a la prevención de estas y reducir su recurrencia, el procedimiento tiene deficiencias que reducen el margen de confiabilidad en la práctica. Dando seguimiento a dichas deficiencias, nos dimos a la tarea de indagar métodos para hacer más eficiente y confiable el proceso de análisis de fallas mediante esta herramienta. Los resultados de la investigación nos dieron a conocer que existen distintas maneras de hacer más robusto el AMEF, como fue el caso que se mostró al agregar otro factor de ponderación en cada uno de los resultados de la severidad, ocurrencia y detección. En este caso, mostramos los mismos indicadores con un factor ponderado dirigido al costo que interviene, lo cual nos permitió jerarquizar los NPR de cada proceso y tarea descritas en el formato. En conclusión, se determina que el análisis de fallas mediante la aplicación de la metodología AMEF resulta ser útil para procesos reducidos, en cambio para procesos más avanzados y de mayor número de operaciones es conveniente agregar factores que nos ayuden a despejar y dar prioridades más certeras a las fallas con la finalidad de atacarlas y realizar un plan de control más específico.

5. Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes Monserrat González Treviño y Juan Carlos Ramos Ayala por su colaboración para llevar a cabo este estudio.

6. Referencias

- Chrysler LLC, Ford Motor Company, & General Motors Corporation. (2008). *Potential Failure Mode and Effects Analysis FMEA Reference Manual (4th ed.)* AIAG.
- Denisis, A., Millán G., Millán, F., Moya, G., Soler, A., Colella, V. (2012). Detección y análisis de fallas. Análisis de modos y efectos de fallas. *Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre*.
- Gilchrist W. (1993). Modeling failure modes and effects. *International Journal of Quality and Reliability Management*, pp .1-23.
- Kmenta, S., & Ishii, K. (2000). Scenario-Based FMEA: A Life Cycle Cost Perspective. *Volume 5: 14th Reliability, Stress Analysis, and Failure Prevention Conference; 7th Flexible Assembly Conference*. <https://doi.org/10.1115/detc2000/rsafp-14478>
- Lange, K., Leggett, S., & Baker, B. (2001). *Potential failure mode and effects analysis (FMEA) reference manual*. AIAG, Southfield, Michigan.
- Liu, H. C., Liu, L., & Liu, N. (2013). Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 40(2), 828–838. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.08.010>
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *FMEA*. New York: Taylor & Francis Group.
- Rasmussen, N. C. (1981). The application of probabilistic risk assessment techniques to energy technologies. *Annual Review of Energy*, 6(1), 123-138.
- Rhee, S. J., & Ishii, K. (2003). Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability. *Advanced engineering informatics*, 17(3-4), 179-188.
- Sharma, K. D., & Srivastava, S. (2018). Failure mode and effect analysis (FMEA) implementation: a literature review. *Journal of Advanced Research Aeronautical Space Science*, 5, 1-17.
- Spreafico, C., Russo, D., & Rizzi, C. (2017). A state-of-the-art review of FMEA/FMECA including patents. *Computer Science Review*, 25, 19-28.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution (2.^a ed.)*. American Society for Quality ASQ.
- Stamatis, D. H. (2018). *Advanced product quality planning: the road to success*. CRC Press.
- Xiao, N., Huang, H. Z., Li, Y., He, L., & Jin, T. (2011). Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA. *Engineering Failure Analysis*, 18(4), 1162-1170.
- Xu, K., Tang, L. C., Xie, M., Ho, S. L., & Zhu, M. L. (2002). Fuzzy assessment of FMEA for engine systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 75(1), 17-29.

Optimización del Proceso del Nivelado de Placas de Acero, Utilizando Herramientas de Reingeniería, Proponiendo la Instalación de Material Rectificador de Marcas, En Maquiladora de Acero, (Apodaca, Nuevo León, México)

Optimization of the Steel Plate Leveling Process Using Reengineering Tools, Proposing the Installation of Mark-Correcting Material in a Steel Manufacturing Plant (Apodaca, Nuevo León, México)

Gerardo Cirenio García García, Ramón Pali Casanova, Manuel Aguilar Vera

^{1,2,3} Universidad Internacional Iberoamericana, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Mérida, Yucatán,

*gerardo.cirenio.garcia@hotmail.com

Abstract

Within the state of Nuevo León in the city of Apodaca, it is common to find steel machining where steel plates up to $\frac{3}{4}$ " thick are produced. In the steel bending process, not all of the finished products fully comply with the quality standards requested by customers, due to, among other factors, brands of origin, strapping marks, handling in the leveling process, contact with other impact surfaces and the leveling itself. The objective of this study is to optimize the process of leveling steel plates, using reengineering tools, proposing the installation of brand rectifying material, in a maquiladora in Apodaca, Nuevo León, México. The application of a total quality management methodology is proposed to reduce various research tools were used, among which are the observation of the process, the use of documentary research and bibliography, interviews with clients and operating personnel, technical meetings with groups of experts in the operating process, technicians, administrators, and management groups and shareholders, and lastly, case studies of success. The results, as can be seen throughout this investigation, are a set of proposals to improve the process and meet production standards. Some of the proposals are adaptation of a roller with polypropylene bristles that allows cleaning prior to the leveling process, air injection of instruments prior to entering the leveler to remove dust from the steel plates and thus preserve the time of life of the leveling machine and reduce the time of unscheduled stoppages. (6)

Keyword (12 puntos)

Metallurgy, Optimization, Leveling, Productivity, Quality.

Resumen

Dentro del estado de Nuevo León en la ciudad de Apodaca, es común encontrar el maquinado de acero de donde se producen placas de acero de hasta $\frac{3}{4}$ " de espesor, en el proceso de doblado de acero no todo el producto terminado cumple en su totalidad con los estándares de calidad solicitados por los clientes, debido entre otros factores como; las marcas de origen, marcas por flejes, por manejo en el proceso de nivelado, por contacto con otras superficies de choque y en el nivelado mismo. El objetivo del presente estudio es optimizar el proceso del nivelado de placas de acero, utilizando herramientas de reingeniería, proponiendo la instalación de material rectificador de marcas, en maquiladora de Apodaca, Nuevo León, México. Se propone la aplicación de una metodología de la gestión de calidad total para disminuir esta problemática. Se utilizaron diversas herramientas de investigación entre las cuales se encuentran la observación del proceso, la utilización de una investigación documental y bibliográfica, entrevistas con los clientes y personal operativo, reuniones técnicas con grupos de expertos del proceso operativo, técnicos, administrativos y grupos directivos y accionistas, y por último estudio de casos de éxito. Los resultados finales, como se podrá observar a lo largo de la presente investigación, son un conjunto de propuestas para mejorar el proceso y cumplir con los estándares de producción. Algunas de las propuestas son: adaptación de un rodillo de cerdas de polipropileno que permita la limpieza previa al proceso de

nivelado, inyección de aire de instrumentos previos a la entrada al nivelador para retirar el polvo de las placas de acero y así preservar el tiempo de vida útil de la máquina de nivelado y reducir el tiempo de paros no programados.

Palabras clave

Metalurgia, Optimización, Nivelado, Productividad, Calidad.

1. Introducción

México es el 15 productor a nivel mundial del acero mundial, ya que en el año 2018 se produjo una cifra récord de 20.4 millones de toneladas líquidas y 19.6 millones de toneladas de acero terminado y a pesar que en el año 2020 hubo una reducción en la producción debido a la pandemia mundial y el cierre de mucho mercado comercial, se produjeron aproximadamente 16.8 millones de toneladas líquidas y 14.4 millones de toneladas de acero terminado, de los cuales se exportaron 3.2 millones de toneladas y se estima que el 65% de la exportación fue a EUA; después se exportó el 9.7% a Colombia, y el 3.7% a Canadá; esto representa una de las industrias más rentables y de crecimiento en México (Vallejo, J. 2005). En el proceso de nivelado de acero se pierde producto de acero por marcas y daño en el proceso, entre el daño provocado por mencionar alguno se puede citar el daño por flejes, por contacto con superficies de metal con metal, daños de origen, entre otros. En el proceso de nivelado por día se llegan a procesar cerca de 16 rollos de acero con un peso aproximado de 17 toneladas cada uno, estimándose que se procesan 280 toneladas de acero por día, de los cuales cerca de 0.5 toneladas procesadas se dañan, lo que produce una pérdida de 8 toneladas de acero de primera calidad, lo cual representa una pérdida económica importante, que se busca disminuir con técnicas que permitan, eliminar los daños ocasionados a las placas. Estas técnicas van desde la limpieza mecánica, física, hasta limpieza químicas y lo que se busca es proponer una reingeniería que utilice las instalaciones existentes con el menor costo posible de instalación y que el proceso se agilice.

Planteamiento del problema o identificación de una oportunidad de mejora continua. En el proceso de maquinado del acero se pueden encontrar diferentes daños a las placas como: poros, defectos de producción, corrosión, etc. Esta merma de material representa de 1 a 2 placas del rollo al principio y/o final del proceso con un peso aproximado de 300 a 600 kilogramos, lo que al promedio por día se puede cortar y nivelar cerca de 20 a 25 rollos, lo que se traduce en una pérdida aproximada de 10 toneladas por día. Se busca proponer un proyecto que este diseñado para una reingeniería la cual optimice el proceso de nivelado de acero. (García, G. 2022).

Justificación. Las mermas de productos por cada rollo son de aproximadamente de 0.5 toneladas, lo cual por día es aproximadamente de 8 toneladas y cerca 2000 toneladas por año, por dicha razón económica es necesario la optimización del proceso de nivelado de acero, proponiendo técnicas que permitan la rectificación del material para retirar las marcas en las placas de producto terminado, permitiendo maximizar la producción.

Explicación teórica y justificación del modelo utilizado para el desarrollo del proyecto o de la intervención. El proceso de nivelado de acero comienza en la logística de transporte de rollos de acero, provenientes de los clientes que solicitan la maquinación de sus rollos en las instalaciones. Una vez en la planta se pesan los rollos para tener un control del acero en peso y calidad del mismo, se almacena dentro de las naves para su posterior proceso de maquinado. Los rollos son insertados en la niveladora de $\frac{1}{2}$ ", se retiran los flejes para evitar marcas al ser instalados en el proceso, se verifica la trazabilidad del producto con las etiquetas que indican cual es el número de rollo, sus dimensiones y la calidad del mismo, pasa a través de rodillos transportadores y niveladora y finalmente pasa a una guillotina que corta el acero en frío. A lo largo del proceso, desde la fabricación, transporte y manejo del acero puede sufrir daños, marcas, oxidación, exposición al sol o la lluvia; esto es causante de que la calidad pueda disminuir y no cumpla los estándares para los cuales son requeridos para la fabricación de vehículos, herramientas y productos diversos.

Los daños más comunes son las marcas, poros, descuadres, dimensiones fuera de especificación (espesor, ancho o largo). Por esta razón se requiere implementar y minimizar los factores que alteren la calidad del producto, y para ello se busca proponer la implementación de seguimiento al material, cámaras de video, un sistema de limpieza mecánica, identificar las partes del proceso donde las láminas se dañen por contacto, por rozamiento o choque directo.

2. Antecedentes

2.1 Proceso de laminado

La metalurgia mecánica es la parte de la metalurgia que se ocupa, principalmente de la respuesta de los metales frente a las fuerzas o cargas que se les aplican en un momento dado. Los metales en la tecnología moderna son de suma importancia económica, esto a la factibilidad que se le da en formas útiles. Existen diversos procesos para el trabajo de los metales que sirven en funciones específicas a los cuales la metalurgia mecánica los agrupa como proceso de conformación, que a su vez pueden ser clasificados en base a las formas en cómo se aplican las fuerzas de conformación, y estas son:

Procesos de comprensión directa.

Procesos de comprensión indirecta.

Procesos de tracción.

Procesos de plegado o flexión.

Procesos de cizallamiento.

En los procesos de compresión directa, la fuerza se aplica a la superficie de la pieza de metal que se trabaja y este fluye formando un ángulo recto con la dirección de la compresión. Los ejemplos más representativos de estos procesos son la forja y la laminación, la cual se utiliza en el caso de estudio.

Podemos decir que la compresión directa es el proceso de conformado de los metales por compresión directa. Este proceso es efectuado al hacer pasar a la pieza de metal entre dos rodillos (cilíndricos) que giran uno en sentido contrario al otro, y durante el cual se deben de dar los fenómenos de reducción del espesor, alargamiento longitudinal y ensanchamiento lateral de la pieza que se trabaja. La diferencia entre la forja y este proceso es que es continuo y que en este proceso se debe pasar por rodillos. La laminación se produce con por lo menos dos rodillos para que este proceso se efectúe. Estos rodillos necesariamente deben de estar soportados o instalados en alguna especie de armazón con la suficiente resistencia para soportar las cargas del proceso, que suelen ser bastantes grandes, en algunos casos hasta de miles de toneladas. Se sobreentiende que dicho armazón deberá de ser sumamente robusto y resistente, la cual funcionará en conjunto con los rodillos como si fuera de una sola pieza. En el proceso de nivelación del metal se comprobó que entre mayor sea el número de rodillos mayor será la eficiencia el proceso del nivelado (Silva, D. 2012).

2.2 Compresión plana.

Este método de deformación predomina en los molinos de laminación. En la compresión plana, la mayor parte de las reducciones es en altura que se logra en la pieza de trabajo. Se traduce en la elongación en dirección, por lo cual el ensanchamiento en las direcciones laterales se considera despreciable. Tenemos el ejemplo de una sección rectangular de una pieza de trabajo, la cual posee una altura “y” y una longitud “l”, y se toma un elemento de volumen de longitud infinitesimal

al “dx” y altura “y”, el cual está sometido a una presión “p” aplicada sobre su superficie, de tal manera que la fuerza ejercida en el elemento de volumen es $p \, dx$. (Figura 1), de lo cual la fuerza de fricción, F_x producto del contacto entre las dos superficies con coeficiente de fricción μ ecuación (Balboa, S. (2000).

La presión horizontal ejercida en el elemento es q , de uno de los lados del elemento, en tanto que del otro lado es, $q + dq$, como se muestra en la Figura 1. Si se hace un balance de fuerzas en la dirección x, de tal manera que, obtenemos la ecuación 2, resultando la ecuación 3 y sustituyendo se obtiene la ecuación 4 y 5.

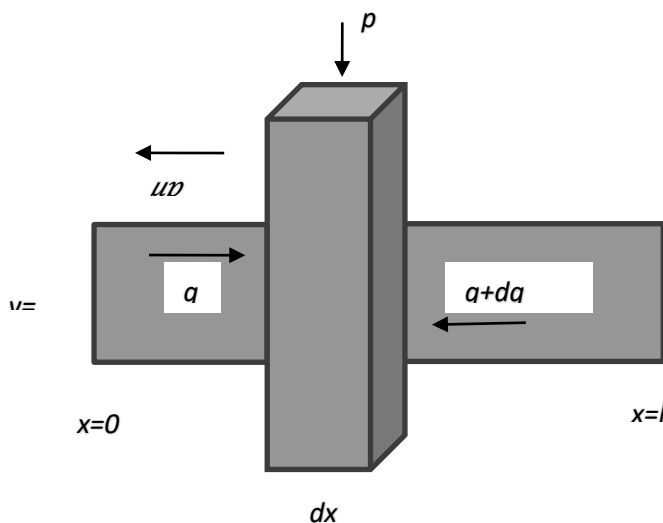


Figura 1. Fuerzas de fricción.

Las condiciones plásticas de los metales (Figura 2) indican que la compresión de la pieza necesita una fuerza vertical igual a k para poder comprimirla en el modo de deformación plana, además si una fuerza vertical q se aplica, la fuerza total de compresión estaría dada por las ecuaciones 6, 7, sustituyendo ecuación 8 y desarrollando ecuación 9.

Con la condición de frontera se tiene que $p = k$, en el borde de la pieza. Si se grafica p como función de x desde uno de los bordes de la pieza, por razones de simetría se alcanza un máximo a la mitad de la longitud y el valor de la presión ejercida este dado por la ecuación 10. (Silva, D. 2012)

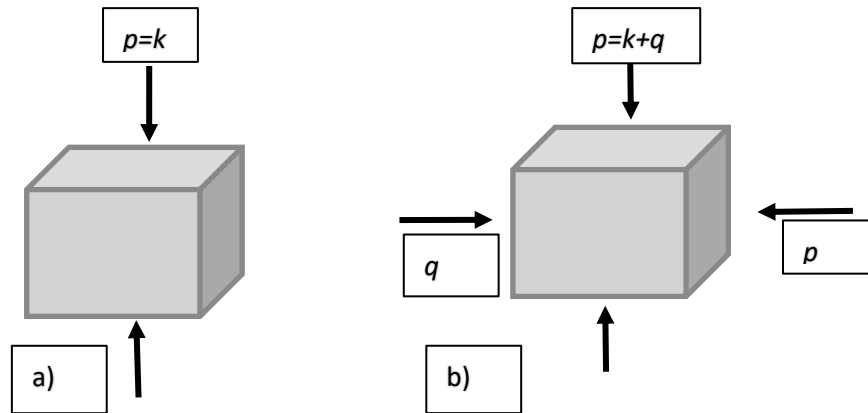


Figura 2. Condición de plasticidad para elementos en compresión plana.

2.3 Descripción del proceso de nivelado.

El Proceso de nivelado inicia en el proceso desde la llegada de rollos que provienen de los clientes de fundiciones y de maquilas, (Ternimun, AHMSA, Villacero, entre otros) por medio de trazabilidad y de acuerdo a la calidad del mismo metal se pesan a su llegada y se clasifican en el almacén dentro de la nave industrial, una vez debidamente requerido se programa a su proceso de nivelado, donde entra en la maquina dobladora, por medio de conos concéntricos, donde el operador de entrada con ayuda del gruista seleccionan el rollo que entrara al proceso, una vez en el carro se procede a meter en los conos concéntricos por medio de herramientas neumáticas ya que los rollos pesa en promedio cerca de 30 toneladas cada uno, entran al proceso (Figuras 3 y 4) llegando al área de nivelado, donde por medio de fuerza mecánica neumática, los gatos hidráulicos nivelan el metal con las ecuaciones descritas en “la compresión plana”, sale de los niveladores (Figura 5), y pasa por mesas donde llega al área de corte de una guillotina diseñada para cortar placa de hasta $\frac{3}{4}$ ”, (Figura 6), se realizan pruebas de calidad al material tales como milímetros de nivelación y revisión visual y física del material. (Figuras 7 y 8). Aquí termina el proceso de manufactura del doblado y nivelado del metal. (Garcia, G. 2022)

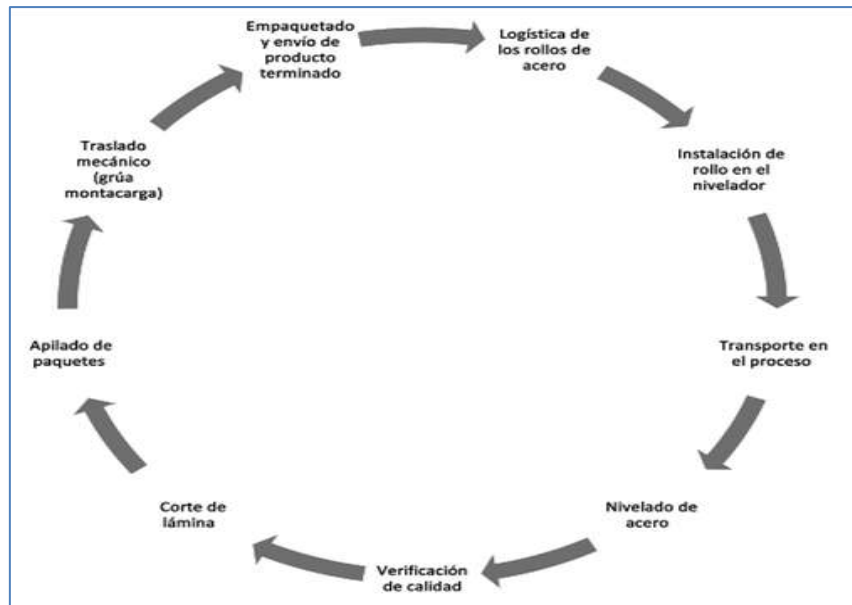


Figura 3.- Diagrama del proceso, maquilado de acero.



Figura 4.- Instalación de rollos en proceso de nivelado.



Figura 5. Área de nivelado de acero. Área de nivelado del metal, rodillos de nivelado.



Figura 6. Área del proceso donde puede dañarse las placas de acero. Zona de contacto con la guillotina o cizaña



Figura 7. Prueba de nivelación verificación visual.



Figura 8. Calidad de nivelación. Medición de nivelación en milímetros.

Ecuaciones

1. $F_x = \mu p dx$
2. $\sum F_x = 0$
3. $2F_x = y dp$
4. $F_x = \mu p dx$
5. $2\mu p dx = y dq$
6. $p = q + k$
7. $q = p - k$
8. $\frac{dp}{p} = 2u \frac{dx}{y}$
9. $p = k e^{\frac{2ux}{y}}$
10. $p = k e^{\frac{2u(1-x)}{y}}$

2.4 Identificación del Grado de Oxidación y de la limpieza.

Antes de tomar cualquier decisión para solucionar el proceso de nivelado de metal, debemos identificar las técnicas existentes y su viabilidad al proceso con el menor costo y con el mayor aprovechamiento posible. Algunos autores buscan una eficiencia del 70% en sistemas de recubrimientos (Balboa, 2000).

La limpieza ayuda a la correcta adhesión y manejo del producto terminado, soldadura, pintura, etc., y se busca eliminar el polvo, aceites, grasas, escamas de laminación, óxido, humedad, pintura vieja, cualquier clase de contaminante presente en las superficies.

Existen diferentes métodos de preparación de superficies y la selección del mismo es parte integral de la especificación de cualquier proceso posterior al nivelado del metal. La Tabla 1. muestra la clasificación del grado de limpieza según normas internacionales.

Tabla 1. Algunos tipos de limpieza según normas internacionales.

Tipo de limpieza	SSPC	NACE	SIS
Limpieza con solventes	SSPC-1		
Limpieza con herramienta manual	SSPC-2		
Limpieza con herramienta mecánica	SSPC-3		B, C y D
Limpieza de acero nuevo a la llama	SSPC-4		
Limpieza con abrasivo a metal blanco	SSPC-5	No.1	A, B, C y D
Limpieza con abrasivo a grado comercial	SSPC-6	No.3	A, B, C y D
Limpieza con abrasivo a ráfaga	SSPC-7	No.4	B, C y D
Limpieza con ácidos	SSPC-8		
Exposición a la intemperie y chorreado	SSPC-9		B, C y D
Limpieza con abrasivo a metal casi blanco	SSPC-10	No.2	A, B, C y D

3. Resultados y Conclusiones

La solución propuesta es el método de limpieza por rodillo y limpieza por aire de instrumentos, en la posición previa a la entrada del nivelador, siendo la mejor posición de instalación de boquillas de aire de instrumento para la limpieza de óxido, lo cual permite que el nivelador se mantenga limpio y que el producto pueda estar limpio previamente a la limpieza con rodillo de polipropileno de alta densidad, o metálico con poca invasión al producto terminado. La posición recomendable de instalación es a la salida de los dos niveladores ya que corren menos el riesgo de un golpe y que los rodillos pueden sufrir un daño y en el proceso tiene espacio de adaptar los rodillos, también se recomienda retirar la guillotina que se encuentra al principio del proceso en el área donde se alimenta el proceso con el rollo sin nivelar, ya que esta cuchilla nunca se usa y es un punto de continuo choque dañando el material. (Garcia, G. 2022)

Derivado del estudio y de la observación, se propone el retiro de áreas de impacto tales como cizaña obsoleta a la entrada el proceso (figura 6), colocar rodillo limpiador (figura 9) donde se retire la cizalla.

Colocación de Boquillas de limpieza por aire de instrumentos en los niveladores de manera continua a intermitente esto para aumentar el tiempo de vida útil de los componentes de doblado de metal (gatos hidráulicos, baleros y lagartos mecánicos, Figura 10).



Figura 9. Rodillos a las medidas requeridas por el proceso hechos a la medida, de propileno y/o metálicos, adecuados a las necesidades de cada proceso.

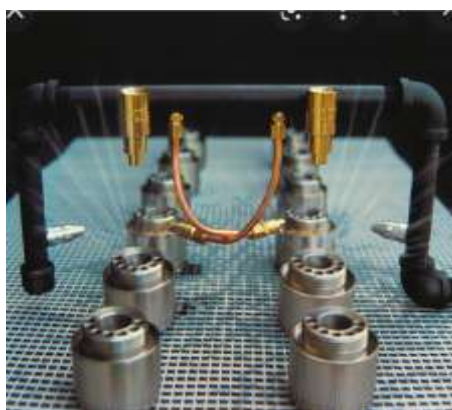


Figura 10. Boquillas para limpieza neumática de metales descripción grafica de la limpieza de las placas para disminuir el óxido de entrada al área de nivelado.

4. Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Internacional Iberoamericana, México y la Compañía Plesa Steel y a sus inversionistas.

5. Referencias

- Balboa, S. (2000). *Principios y procedimientos para la aplicación de recubrimientos industriales en la construcción* [Tesis de licenciatura, Universidad de Sonora]. Repositorio Institucional de la Universidad de Sonora. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/11596/Capitulo7.pdf>
- Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito". (2011). *Laminado protocolo*. https://escuelaing.s3.amazonaws.com/staging/documents/7885_laminacion.pdf
- Euro Inox. (2004). *Decapado y pasivo del acero inoxidable*. The European Stainless Steel. https://www.worldstainless.org/files/issf/nonimagefiles/pdf/euro_inox/passivating_pickling_sp.pdf
- Euro Inox. (2006). *Los acabados mecánicos de las superficies decorativas de acero inoxidable*. The European Stainless Steel. https://www.worldstainless.org/files/issf/non-image-files/pdf/euro_inox/mechanicalfinishing_sp.pdf
- Fancubierta, F. (2015). *Estudio comparativo con E.F. de las formas de fuerza en laminación en frío* [Tesis de licenciatura, Universidad de Sevilla]. Repositorio institucional de la Universidad de Sevilla. https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/60286/fichero/PFC_Final.pdf
- Garcia, G. (2022). *Optimizar el proceso del nivelado de placas de acero, utilizando herramientas de reingeniería, proponiendo la instalación de material rectificador de marcas, en maquiladora de Apodaca, Nuevo León*

- [Tesis de maestría, Universidad Internacional Iberoamericana]. Repositorio interno, UNINI, México.
- Garza, N. (2003). *Caracterización microestructural y superficial de aceros laminados en caliente y en frío* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Core Ac. <https://core.ac.uk/download/pdf/76591715.pdf>
- León, U. (2010). *Protección contra la corrosión del acero inoxidable 304 a base de recubrimientos de Poli(3-octiltiofeno)* [Tesis doctoral, Centro de Investigación en Materiales Avanzados]. Repositorio institucional CIMAV.
- López, R. (2010). *Evaluación de recubrimientos orgánicos por métodos potenciostáticos* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000657630
- Servín, R. (1999). *Caracterización y análisis de rodillos de laminación en caliente y frío* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/7593/1/1020130057.PDF>
- Silva, D. (2012). *Laminación en caliente y en frío de aceros Al Silicio para aplicaciones eléctricas* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio institucional de la Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/3299/1/1080224682.pdf>
- Vallejo, J. (2005). *Conocimiento y prevención de la corrosión* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio institucional de la Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0513_M.pdf
- Secretaría de Economía. (2020). *Anuario estadístico de la minería mexicana, 2020*. Gobierno de México. https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf

Inteligencia artificial y Alfabetización digital: Impacto en el proceso de enseñanza de estudiantes de Instituciones de Estudios Superiores

Artificial Intelligence and Digital Literacy: Impact on the Teaching Process of Students at Higher Education Institutions

Martha Magdalena Mendoza Vargas^{1*}, Francisco Saucedo Espinoza², Ruth Isela Martínez Valdez³, Sara Sofía Luna Mosqueda⁴

^{1,2,3,4} Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo Leon, México.

* martha.mendezavrg@uanl.edu.mx

Resumen

En la actualidad el uso de las tecnologías 4.0 y de herramientas tecnológicas tales como los dispositivos digitales han traído como consecuencia que gran parte de las actividades que se llevaban en espacios físicos en las Instituciones de Estudios Superiores (IES) hayan migrado a entornos virtuales de manera remota. tal forma que cada vez son más las personas que tienen que hacer de las tecnologías de la información y la comunicación herramientas cotidianas, pero su incorporación a las actividades diarias se hace de manera instrumental sin profundizar una comprensión lógica de su funcionamiento y de los beneficios en el proceso de enseñanza. El objetivo de esta investigación es determinar si existe diferencia en la alfabetización digital entre profesores y estudiantes universitarios. Esta investigación es de tipo cuantitativo y descriptivo es transversal, no experimental y no probabilístico. Para obtener la información se diseñó una encuesta con preguntas tipo Likert que van de 1 totalmente en desacuerdo a 5 totalmente de acuerdo. Se encuestaron 90 estudiantes universitarios y 85 profesores. Para los resultados se realizó un-ANOVA y los resultados obtenidos mostraron que existe una diferencia en la alfabetización digital entre profesores y estudiantes.

Palabras clave

Alfabetización Digital, Proceso de enseñanza-aprendizaje, tecnología 4.0, entornos virtuales

Abstract

Currently, the use of 4.0 technologies and technological tools such as digital devices has resulted in a large part of the activities that were carried out in physical spaces at Higher Education Institutions (HEIs) migrating to virtual environments remotely. This has led to an increasing number of people having to use information and communication technologies as everyday tools, but their incorporation into daily activities is done instrumentally without a deep understanding of how they work and their benefits to the teaching process. The objective of this research is to determine if there is a difference in digital literacy between university professors and students. This research is quantitative and descriptive; it is cross-sectional, non-experimental, and non-probabilistic. To obtain information, a survey was designed with Likert-type questions ranging from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree). Ninety university students and 85 professors were surveyed. An ANOVA was performed to obtain the results, and the results showed that there is a difference in digital literacy between professors and students.

Keyword

Digital Literacy, Teaching-learning process, technology 4.0, virtual environments.

1. Introducción

La irrupción de la inteligencia artificial en el ámbito educativo ha generado un profundo debate sobre su potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la gestión académica. La capacidad de la Inteligencia Artificial (IA) para analizar grandes volúmenes de datos, personalizar el aprendizaje y automatizar tareas ha despertado el interés de investigadores y profesionales de la educación en todo el mundo. La inteligencia artificial ha emergido como una tecnología disruptiva en el campo de la educación. Las aplicaciones de IA en educación se basan en una amplia gama de técnicas, que además de las anteriormente mencionadas, incluyen la minería de datos educa (González, 2023).

Sin embargo, la adopción de la IA en la educación también plantea desafíos importantes, como la necesidad de desarrollar habilidades digitales en docentes y estudiantes, garantizar la equidad en el acceso a la tecnología y abordar las preocupaciones éticas relacionadas con el uso de datos personales y la automatización de tareas que tradicionalmente realizaban los humanos (García y Acosta, 2023). La investigación en inteligencia artificial en educación lleva décadas desarrollándose a nivel internacional, ha experimentado un gran avance en los últimos diez años impulsada por el desarrollo de técnicas de aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural y redes neuronales, entre otras técnicas que requerirían un conocimiento técnico avanzado para ser manejadas a nivel de usuario.

El objetivo de esta investigación es determinar si existe diferencia en la alfabetización digital entre profesores y estudiantes universitarios.

2. Revisión de Literatura

2.1 Conceptualización de la alfabetización digital

El marco teórico de esta investigación se fundamenta en modelos de alfabetización digital, teorías del aprendizaje mediado por tecnología, enfoques de inteligencia artificial en la educación y estudios previos sobre brechas digitales en el ámbito académico.

Definición y componentes de la alfabetización digital.

La alfabetización digital se define como la capacidad de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de manera crítica, creativa y reflexiva para acceder, evaluar, utilizar y compartir información, así como para participar activamente en la sociedad digital. (2023; Muratova et al., 2024).

2.2. Modelos teóricos de alfabetización digital.

Los modelos teóricos de alfabetización digital ofrecen un marco conceptual para comprender las diferentes dimensiones de esta competencia y para diseñar estrategias de intervención que mejoren las habilidades digitales de los individuos.

Estos modelos consideran que la alfabetización digital no se limita al dominio técnico de las herramientas digitales, sino que también implica la capacidad de comprender y evaluar críticamente la información que se encuentra en línea, así como de comunicarse y colaborar de manera efectiva en entornos digitales (Martínez-Bravo et al., 2021).

La alfabetización digital multidimensional consolida la perspectiva tecno social para el empoderamiento y apropiación tecnológica, que supera el uso operativo de las herramientas y promueve el uso amplio, significativo e innovador de la tecnología para la construcción de una sociedad equitativa, el empleo digno, la participación social, entre otros propósitos conectados con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Caldero, et al., 2019).

Los modelos de alfabetización digital se basan en la idea de que la competencia digital no se limita al dominio de herramientas y plataformas, sino que implica una comprensión profunda de los principios éticos, sociales y culturales que rigen el uso de la tecnología.

2.3 Teorías del aprendizaje mediado por tecnología.

Las teorías del aprendizaje mediado por tecnología ofrecen un marco conceptual para comprender cómo las tecnologías digitales pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y para diseñar entornos de aprendizaje efectivos que aprovechen el potencial de las herramientas digitales. (Hillmayr et al., 2020; Taha & Abdulrahman, 2023)

Dentro de este contexto, surge la necesidad de crear, un conjunto de acciones y procedimientos, mediante el empleo de métodos, técnicas, medios y recursos que el docente emplea para planificar, aplicar y evaluar de forma intencional, con el propósito de lograr eficazmente el proceso educativo, en una situación de enseñanza-aprendizaje específica, que vayan de la mano con el avance tecnológico y que permitan incentivar y mejorar el proceso (Álvarez et al., 2020).

El avance tecnológico de los últimos años ha convertido a la tecnología en un agente transformador de la sociedad, así como el conocimiento que es posible generar con la información. Esto ha propiciado la creación de un nuevo espacio educativo con nuevas reglas y que exige nuevos roles y perfiles (Falco, 2017).

El profesorado debe mantener una formación permanente, propiciada por los entornos sociales y tecnológicos, que permitan recuperar la figura del docente como facilitador del aprendizaje (García, 2015). Además, las nuevas herramientas permiten el aprendizaje colaborativo, y la incorporación de nuevos currículos en todos los ciclos educativos desarrollan e impulsan una nueva forma de responder ante cuestiones como la virtualidad, la socialización y la tecnologización. La educación musical, por ejemplo, se caracteriza por una transformación constante, donde muchos docentes se han sumado a las diferentes propuestas que ofrece la tecnología digital en el proceso de enseñanza-aprendizaje, respondiendo a las necesidades del alumnado (Calderón et al., 2019).

2.4 Brechas digitales en el ámbito académico.

Las brechas digitales en el ámbito académico se refieren a las desigualdades en el acceso y uso de las tecnologías digitales entre diferentes grupos de estudiantes y docentes, lo que puede afectar negativamente su rendimiento académico, sus oportunidades de aprendizaje y su participación en la sociedad digital.

La investigación propuesta busca explorar estas brechas digitales en el contexto específico de la educación universitaria, analizando cómo factores como el nivel socioeconómico, el género, la edad, la experiencia docente y el área de conocimiento influyen en la alfabetización digital y en el uso de la IA entre docentes y estudiantes. El estudio tiene como objetivo identificar los factores que limitan o potencian la adopción de IA en la educación superior, con el fin de plantear recomendaciones para la implementación de estrategias que mejoren la alfabetización digital de docentes y estudiantes y reduzcan las brechas digitales en el ámbito académico (Acosta, 2023). Al hacerlo, la inteligencia artificial puede mejorar los resultados educativos y reducir las tasas de abandono escolar, lo que beneficiará a los estudiantes, los educadores y la sociedad en general.

Inteligencia Artificial en la Educación:

En este contexto, la inteligencia artificial ha surgido como un catalizador para la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas administrativas y la mejora de la evaluación. La inteligencia artificial ha emergido como una tecnología disruptiva en el campo de la educación (González, 2023).

2.5 Tecnologías 4.0 en educación superior

Las tecnologías 4.0 están remodelando intrínsecamente el ecosistema de la educación superior, trascendiendo la mera transmisión de conocimientos para abarcar la gestión integral de procesos académicos y el fomento de la colaboración simbiótica entre educadores (Grajeda, 2023).

La adopción de tecnologías 4.0 en la administración académica facilita la optimización de recursos, la gestión eficiente de datos estudiantiles y la automatización de procesos administrativos, liberando tiempo y recursos para actividades académicas sustantivas (Muratova, 2024). El análisis exhaustivo de datos a gran escala, o "big data", faculta la identificación precisa de tendencias en el desempeño estudiantil, la anticipación de posibles riesgos de deserción escolar y la personalización de estrategias de apoyo académico adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Las plataformas colaborativas en línea, los entornos de aprendizaje virtual inmersivos y las herramientas de comunicación digital están democratizando el acceso a la educación superior, trascendiendo las barreras geográficas y socioeconómicas (Taha, 2023).

De acuerdo a lo anterior las hipótesis de la investigación se mencionan a continuación:

H1: Existen diferencias significativas en el nivel de alfabetización digital entre docentes y estudiantes universitarios, siendo los estudiantes quienes presentan un mayor dominio de las tecnologías 4.0.

H2: El uso de la IA en la educación varía significativamente entre docentes y estudiantes en las dimensiones de enseñanza-aprendizaje, administración académica y colaboración docente.

H3: La experiencia docente, el área de conocimiento y el género influyen significativamente en la alfabetización digital y en el uso de la IA en la educación superior.

3. Método

La muestra seleccionada comprende un total de 175 participantes, distribuidos entre docentes y estudiantes universitarios, con el propósito de garantizar una representación balanceada de ambos grupos en el análisis comparativo.

El cuestionario estará compuesto por una serie de preguntas cerradas, formuladas utilizando escalas tipo Likert de cinco puntos, que permitirán a los participantes expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con diversas afirmaciones relacionadas con el uso, la percepción y la actitud frente a la IA en la educación superior.

Para asegurar la validez de contenido del instrumento, se realizó una revisión exhaustiva por parte de un panel de expertos en el campo de la tecnología educativa y la inteligencia artificial, quienes evaluarán la claridad, la relevancia y la exhaustividad de las preguntas planteadas.

El instrumento de recolección de datos utilizado en esta investigación es un cuestionario estructurado diseñado para evaluar la alfabetización digital y el uso de la inteligencia artificial en el contexto educativo. La encuesta está compuesta por preguntas sociodemográficas y escalas Likert, permitiendo medir el nivel de acuerdo o frecuencia de uso de herramientas digitales en diferentes aspectos del quehacer académico.

El cuestionario se distribuyó en línea mediante la plataforma Google Forms, implementando controles de calidad para asegurar la integridad de las respuestas (Ünalımsı et al., 2024).

El análisis de fiabilidad se llevó a cabo durante la fase piloto, obteniendo valores alfa de Cronbach entre 0.96 y 0.98, lo que demuestra una alta consistencia interna del instrumento (Grájeda et al., 2023). Se calcularon las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar y rango) para las variables sociodemográficas y las escalas de alfabetización digital y uso de IA. Esto permitirá obtener una caracterización general de la muestra y conocer la distribución de las variables de interés. Se aplicaron pruebas de hipótesis paramétricas (ANOVA) para comparar las medias o medianas de los grupos de docentes y estudiantes en las diferentes dimensiones de la alfabetización digital y el uso de IA. Se utilizan pruebas t de Student para comparar medias entre dos grupos y análisis de varianza para comparar medias entre más de dos grupos (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos - Docentes

Constructo	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Alfabetización Digital General	3.8	0.7	1.0	5.0
Uso de IA en Docencia	3.5	0.8	1.0	5.0
Actitud y Disposición hacia la IA	4.0	0.6	1.0	5.0
Uso de IA en Administración y Colaboración	3.2	0.9	1.0	5.0

Tabla 2. Descriptivos - Estudiantes

Constructo	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Alfabetización Digital General	3.6	0.7	1.0	5.0
Uso de IA en Docencia	3.3	0.8	1.0	5.0
Actitud y Disposición hacia la IA	3.8	0.6	1.0	5.0
Uso de IA en Administración y Colaboración	3.0	0.9	1.0	5.0

Los docentes muestran mayor actitud positiva hacia la IA ($M = 4.0$) en comparación con los estudiantes ($M = 3.8$). La alfabetización digital general es más alta en docentes ($M = 3.8$) que en estudiantes ($M = 3.6$), lo que sugiere que los docentes tienen más experiencia con tecnología. El uso de IA en la docencia y la administración es más bajo en los estudiantes, lo que podría indicar una menor integración de IA en sus procesos de aprendizaje. Las desviaciones estándar están entre 0.6 y 0.9, lo que sugiere cierta variabilidad en las respuestas, pero no diferencias extremas.

El valor KMO Global se puede observar en la tabla 3 el cual es de 0.82, lo que indica que los datos tienen una adecuada relación entre variables para el análisis factorial (se recomienda que esté por encima de 0.70). Los valores KMO individuales están entre 0.74 y 0.81, lo que confirma que cada constructo es adecuado para el análisis factorial. El constructo "Uso de IA en Docencia" tiene el valor KMO más alto (0.81), lo que sugiere que las variables que lo conforman tienen una fuerte relación entre sí. El constructo "Uso de IA en Administración y Colaboración Académica" tiene el valor más bajo (0.74), lo que indica que podría haber más variabilidad dentro de sus indicadores.

Tabla 3 KMO - Análisis Factorial

Constructo	KMO Individual	KMO Global
Alfabetización Digital General	0.78	0.82
Uso de IA en Docencia	0.81	0.82
Actitud y Disposición hacia la IA	0.76	0.82
Uso de IA en Administración y Colaboración Académica	0.74	0.82

En la tabla 4 se muestra las correlaciones entre las variables y los docentes. Edad y Años de docencia tienen correlaciones negativas con todos los constructos, lo que sugiere que los docentes más jóvenes y con menos años de experiencia tienen mayor alfabetización digital y uso de IA. Área de conocimiento tiene correlaciones positivas, lo que indica que docentes de ciertas áreas (como Ciencias Exactas) tienen una mayor tendencia a usar IA en docencia y administración en comparación con áreas como Ciencias Sociales. La relación más fuerte es entre Área de conocimiento y Uso de IA en Docencia ($r = 0.35$), lo que sugiere que algunas disciplinas promueven más el uso de tecnología.

Tabla 4 Correlación docentes

Variable Sociodemográfica	Alfabetización Digital General	Uso de IA en Docencia	Actitud y Disposición hacia la IA	Uso de IA en Administración y Colaboración
Edad	-0.25	-0.30	-0.15	-0.22
Años de docencia	-0.28	-0.35	-0.18	0.25
Área de conocimiento	0.20	0.35	0.12	0.30

Otros de los hallazgos encontrados se mencionan a continuación:

1. Edad tiene correlaciones negativas con todos los constructos, lo que sugiere que los estudiantes más jóvenes tienen mayor alfabetización digital y mayor uso de IA.
2. Semestre se correlaciona positivamente con todos los constructos, lo que indica que los estudiantes de semestres más avanzados tienen una mejor actitud hacia la IA y mayor uso en la docencia.
3. Área de conocimiento muestra una correlación positiva, especialmente con Uso de IA en Docencia ($r = 0.32$), indicando que algunas disciplinas (como Ciencias Exactas) pueden estar más expuestas a la IA.

4. Resultados

1. La edad y los años de experiencia docente tienen una correlación negativa con ambos factores, lo que indica que los docentes más jóvenes y con menos experiencia tienden a tener una mayor adopción de IA y alfabetización digital.
2. El área de conocimiento tiene una correlación positiva con la adopción de IA ($r = 0.28$), lo que sugiere que ciertas disciplinas (como Ciencias Exactas) están más predisuestas a integrar IA en la enseñanza.
3. La alfabetización digital también varía según el área de conocimiento ($r = 0.22$), lo que indica que algunos campos pueden fomentar más habilidades tecnológicas.

5. Discusión

La investigación arrojó resultados significativos que revelan la complejidad de la adopción de la IA en la educación superior, considerando las diferencias entre docentes y estudiantes.

Los resultados de la encuesta revelan una visión detallada de los niveles de alfabetización digital y la adopción de la IA tanto entre el profesorado como entre el alumnado universitario.

Esto se puede interpretar como un deseo de integrar la IA como herramienta complementaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y no como un sustituto de este (Martínez-Rivera, 2024).

Los hallazgos sugieren que la percepción de beneficios, como la mejora en la realización de tareas y el acceso a recursos, influyen positivamente en la predisposición hacia el uso de la IA, mientras que las preocupaciones sobre el uso inadecuado de la información y la falta de habilidades digitales pueden actuar como barreras. Los resultados del análisis factorial exploratorio revelaron patrones significativos en la adopción de la IA, destacando cómo la experiencia docente, el área de conocimiento y otras variables sociodemográficas influyen en la alfabetización digital y el uso de la IA. La alfabetización digital, medida a través de la frecuencia de uso y las barreras percibidas en la aplicación de las TIC, se presenta como un factor determinante en la adopción de tecnologías emergentes (Pérez-Martínez et al., 2018).

Implicaciones para la Educación Superior

Las diferencias encontradas entre docentes y estudiantes en cuanto a la adopción y percepción de la IA sugieren la necesidad de programas de formación específicos para cada grupo. La formación docente debe enfocarse en desarrollar habilidades que permitan integrar la IA de manera efectiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje, mientras que, para los estudiantes, la formación debe promover el uso crítico y ético de estas herramientas (García & Acosta, 2023). Además, es fundamental fomentar una cultura de colaboración y aprendizaje continuo, donde tanto docentes como estudiantes puedan compartir experiencias y conocimientos sobre el uso de la IA en diferentes contextos académicos. Por ejemplo, el desarrollo acelerado de las tecnologías de la información y comunicación subraya la necesidad de que el profesorado universitario adquiera competencias digitales para desenvolverse eficazmente en el entorno educativo actual (Pérez-Martínez et al., 2018).

Limitaciones del Estudio y Futuras Investigaciones

Si bien este estudio proporciona información valiosa sobre la alfabetización digital y la adopción de la IA en la educación superior, es importante reconocer sus limitaciones. En primer lugar, el diseño transversal del estudio impide establecer relaciones causales entre las variables analizadas. En segundo lugar, el tamaño de la muestra podría limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones. En futuras investigaciones, sería interesante explorar en mayor profundidad las barreras y facilitadores de la adopción de la IA en diferentes contextos educativos, así como evaluar el impacto de la formación en alfabetización digital en el uso efectivo de estas tecnologías. Además, se podrían utilizar métodos cualitativos para comprender las experiencias y percepciones de docentes y estudiantes en relación con la IA.

6. Conclusiones

En conclusión, este estudio ha proporcionado evidencia empírica sobre la alfabetización digital y el uso de la IA en la educación universitaria, identificando diferencias significativas entre docentes y estudiantes en cuanto a su nivel de adopción y percepción de estas tecnologías.

Los resultados resaltan la importancia de abordar las brechas digitales y promover la formación en competencias digitales tanto para docentes como para estudiantes, con el fin de aprovechar al máximo el potencial de la IA en la educación superior (García & Acosta, 2023).

7. Referencias

- Ahmed, A., Aziz, S., Qidwai, U., Farooq, F., Shan, J., Subramanian, M., Chouchane, L., ElNatour, R., Abd-Alrazaq, A., Pandas, S., & Sheikh, J. I. (2022). Wearable artificial intelligence for assessing physical activity in high school children. *Sustainability*, 15(1), 638. <https://doi.org/10.3390/su15010638>
- Álvarez, D. M. L., Aguilar, G. F. C., Conforme, N. C. R., & Alcívar, I. A. M. (2020). Implementación de flipped classroom enfocado a los estudiantes de Ingeniería de software: Caso universidad ecuatoriana. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 7(3), 1. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.73.311>
- Assinnato, G., Sanz, C. V., Gorga, G., & Martin, M. V. (2018). Actitudes y percepciones de docentes y estudiantes con relación a las TIC. Revisión de la literatura. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* (22). <https://doi.org/10.24215/18509959.22.e01>
- Calderón-Garrido, D., Cisneros-Álvarez, P., Fernández, I. D. G., Fernández, D., & Fernández, R. de las H. (2019). La tecnología digital en la educación musical: Una revisión de la literatura científica. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical (RECIEM)*, 16, 43. <https://doi.org/10.5209/reciem.60768>
- Delgado, N., Campo, L., Maza, M. S. de la, & Etxabe-Urbieta, J. M. (2024). Aplicación de la inteligencia artificial (IA) en educación: Los beneficios y limitaciones de la IA percibidos por el profesorado de educación primaria, educación secundaria y educación superior. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(1), 207. <https://doi.org/10.6018/reifop.577211>
- Dirección CCI. (2023). ¿Qué es la alfabetización digital? <https://cci.ar/docs/alfabetizacion-digital/>
- Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas*, 29, 59. <https://doi.org/10.15366/tp2017.29.002>
- García, F. C. (2015). El profesorado ante el aprendizaje 2.0: Aspectos críticos. *Nómaditas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 43(3). https://doi.org/10.5209/rev_noma.2014.v43.n3.49286
- García, M. B., & Acosta, N. D. (2023). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- González, C. S. G. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Curriculum. Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa* (36), 51. <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03>
- Grájeda, A., Burgos, J., Olivera, P. C., & Sanjinés, A. (2023). Assessing student-perceived impact of using artificial intelligence tools: Construction of a synthetic index of application in higher education. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186x.2023.2287917>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Martínez-Bravo, M. C., Sádaba, C., & Serrano-Puche, J. (2021). Meta-marco de la alfabetización digital: Análisis comparado de marcos de competencias del siglo XXI. *Revista Latina de Comunicación Social* (79), 76. <https://doi.org/10.4185/rlds-2021-1508>
- Martínez-Rivera, Ò. (2024). El impacto de la inteligencia artificial (IA) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los trabajos en la universidad. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1.
- Muratova, N., Grizzle, A., & Mirzakhmedova, D. (2024). Alfabetización mediática e informacional. <https://www.unesco.org/es/media-information-literacy>
- Pérez-Lozano, D., & Espinosa, F. S. (2024). Social media addiction: Challenges and strategies to promote media literacy. *IntechOpen e-books*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1006166>
- Pérez-Martínez, K. S., Martínez-Valdez, R. I., & Patiño-Rodríguez, I. (2018). Alfabetización digital: El uso de las TIC's en el desempeño docente de profesores universitarios. *Vinculatégica EFAN*, 4(1), 14. <https://doi.org/10.29105/vtga4.1-842>
- Salinas, G. C., & Andrade-Vargas, L. (2024). Los desafíos de la inteligencia artificial en la educación en un mundo tecnologizado. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-905>
- Taha, T. B., & Abdulrahman, M. S. (2023). The impact of technology on students' psychological and educational performance. *JISA (Journal Informatika dan Sains)*, 6(1), 91. <https://doi.org/10.31326/jisa.v6i1.1661>
- Ünalıms, E., Dirsehan, T., & Erdoğan, İ. E. (2024). Consequences of influencer-created content on influencers' authenticity in the beauty and personal care industry. *Journal of Marketing Communications*, 1. <https://doi.org/10.1080/13527266.2024.2371833>
- Wang, L., & Li, W. (2024). The impact of AI usage on university students' willingness for autonomous learning. *Behavioral Sciences*, 14(10), 956. <https://doi.org/10.3390/bs14100956>

Percepción del aprendizaje remoto en el desarrollo de las competencias de un Programa de Licenciatura.

Perception of remote learning in the development of competencies in a bachelor's Program.

Carolina Solís Peña^{1*}, Ruth Isela Martinez Valdez², María del Carmen Catache Mendoza³,
Eli Samuel Gonzalez Trejo⁴, Iván Guillermo Gonzalez Palomo

^{1,2,3,4,5} Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas, Nuevo Leon, México.

* carolina.solispa@uanl.edu.mx

Resumen

Hoy en día las instituciones educativas están cambiando sus programas de estudios junto a las modalidades en las que estos se imparten, para adecuarse a las necesidades del mercado laboral, debido a esto, las nuevas unidades de aprendizaje están enfocadas en el uso de las tecnologías de información, ya que estas están revolucionando la manera en la que las personas transmiten la información requerida para desarrollar un producto o un servicio. Para esta investigación el sujeto de estudio es el estudiante ingeniero industrial, el cual al ser un agente de cambio debe de adquirir las competencias que le permitan desenvolverse en el campo laboral en el que se desempeña actualmente. Durante las reuniones que se han realizado con los diversos grupos de interés se ha resaltado que el ingeniero industrial debe de mostrar competencia en el uso de las TI para el manejo de grandes cantidades de datos, esto ha repercutido en la malla curricular que se ha visto modificada incluyendo unidades de aprendizaje enfocadas en el desarrollo de estas competencias; por otro lado, la manera en las que estas se imparten se ha modificado. Anteriormente era solo presencial, hoy en día se ofertan modalidades mixtas y asíncronas. En este proyecto de investigación se se aplicó un instrumento de medición con el objetivo de revisar si el cambio de modalidad tuvo alguna afectación en la percepción de los estudiantes para desarrollar las competencias, como resultado se obtuvo que este cambio tuvo un impacto favorable en el desarrollo de éstas.

Palabras Clave

Aprendizaje, Remoto, Competencias, Conocimiento, Educación.

Abstract

Nowadays, educational institutions are changing their study programs along with the modalities in which they are delivered to adapt to labor market needs. As a result, new learning units are focused on the use of information technologies, as these are revolutionizing the way people transmit the information required to develop a product or service. For this research, the subject of study is the industrial engineering student, who, as an agent of change, must acquire the competencies that allow them to perform effectively in their current professional field. During meetings with various stakeholders, it has been emphasized that industrial engineers must demonstrate competence in the use of IT for handling large amounts of data. This has impacted the curriculum, which has been modified to include learning units focused on developing these competencies. Additionally, the way these units are delivered has changed. While they were previously offered only in person, today, mixed and asynchronous modalities are available.

In this research project, a measurement instrument was applied to assess whether the change in modality had any effect on students' perception of competency development. The results showed that this change had a favorable impact on their skill development.

Keyword

Learning, Education, Knowledge, Competence, Remote Classes

1. Introducción

Las tecnologías de información y comunicación recientemente han cambiado las vidas de las personas; De tal manera que la información fluye en cuestión de segundos de un lado a otro, sin importar las barreras geográficas o limitaciones que se puedan presentar. Los países a nivel mundial se han enfocado en desarrollar la infraestructura necesaria para disminuir y/o eliminar las barreras mencionados (Baelo & Canton, 2009).

Por otro lado, la OCDE (2006), definen a las Tecnologías de Información y comunicación como aquellas que reciben, transmiten y despliegan información y a su vez la economía de las naciones. Otra de las razones por las cuales la tecnología revolucionó la vida de las personas fue debido a la pandemia COVID-19, la cual impactó la manera en que las personas se relacionaban, afectando directamente a todas aquellas organizaciones en donde se tiene contacto directo entre personas, como es el caso de la industria de servicios.

Referente al apartado anterior la atención al cliente hoy en día ha cambiado drásticamente pues los procesos pasaron de atención persona- persona a usar los chats box, la cual es una herramienta digital que generalmente permite llevar una conversación con un robot, para de esta manera disminuir los tiempos y aumentar el nivel de respuesta a los clientes (Adamopoulou & Moussiades, 2020).

Al igual que la atención al cliente el sistema educativo se vio afectado por la pandemia, por lo que inicialmente tuvieron que frenar el servicio proporcionado y desarrollar estrategias que permitieran proporcionar la educación a los estudiantes de cualquier grado.

En el caso de la educación media y superior, así como instituciones privadas con el objetivo de seguir proporcionando el servicio usaron plataformas electrónicas como Ms Teams, Classrom, Zoom, Nexus, Blackboard en algunos casos hasta YouTube. En la universidad en la cual se está haciendo esta investigación se usó Nexus y las diversas aplicaciones que ofrece Microsoft, además se proporcionó un programa de capacitación para que los profesores desarrollaran las habilidades pertinentes para poder impartir la cátedra de manera digital (Vite , 2020).

Sin embargo a pesar de lograr cambiar de presencial a virtual se presentaron diversas dificultades entre las que se pueden destacar : aspectos técnicos y económicos, por ejemplo la falta de equipos que se adecuen para usar los programas establecidos por la organización, falta de capacitación para el uso de las diferentes herramientas, problema de seguridad y éticos, uno de los principales problemas a los que se enfrentaron las instituciones fue a la copia de trabajos, así como exámenes por lo cual tuvieron que desarrollar estrategias para evitar que sucedieran estas situaciones (Prieto, y otros, 2011).

Por otro lado, se plantea que como beneficios de la inclusión de las TIC, se presentan los siguientes, la facilidad del acceso a la información y los diferentes canales de información disponible, variedad de canales de comunicación, la eliminación de las barreras de espacio y tiempo, la capacidad de respuesta de las organizaciones (chatbot), espacios flexibles, la autonomía del desarrollo de conocimiento, la optimización de las organizaciones, el desarrollo del trabajo colaborativo, la autonomía entre otros (Baelo & Canton, 2009).

Como se puede observar el haber pasado por la pandemia trajo cambios significativos en la educación, ya que se tuvieron que revalorizar las técnicas de enseñanza y los recursos didácticos usados, a pesar de las desventajas presentadas.

2. Marco Teórico

La educación sincrónica y asincrónica tiene sus ventajas, mientras que la educación sincrónica significa tener en tiempo real la clase y poder estar interactuando profesor estudiante, la educación asincrónica se caracteriza porque los estudiantes sean auto gestivos es decir aprendan a su ritmo gestionando sus recursos, por otro lado se tienen los modelos híbridos los cuales consisten en tener algunas sesiones asíncronas y otras sincrónicas de tal manera que se resuelvan dudas de las tareas asíncronas con el profesor (Álvarez , 2024).

Analizando el tema de la tecnología y su impacto en la enseñanza en ambos tipos de educación (virtual y presencial), se plantearon las siguientes preguntas, 1. La tecnología y su impacto en la adquisición del conocimiento, 2. La carencia de herramientas, 3. La baja conectividad, 4. La inflexibilidad de los docentes, 5. La inapropiada pedagogía por parte de los docentes, 6. La falta de adaptación. 7. La falta de igualdad en el nuevo proceso, 8. La sobre carga por parte de los profesores, como metodología los autores usaron una regresión lineal múltiple y se determinó que todas las variables tienen un impacto en la enseñanza (Palma, Llor, Salazar, & Hernandez, 2021).

España (2021) realizó su investigación comparando una unidad de aprendizaje en las dos modalidades mencionadas anteriormente, versión normal (síncrona) y versión online (asíncrona), para esta última se desarrolló material para que los estudiantes pudieran cursar la unidad de aprendizaje, con el objetivo de realizar la comparativa se desarrolló un cuestionario el cual se menciona a continuación. Pregunta 1 Valora la organización en conjunto. Pregunta 2 Valora la utilidad de los apuntes del curso. Pregunta 3 Valora los videos de apoyo. Pregunta 4. Valora la utilidad profesional del curso. Pregunta 5 Valora la atención recibida por parte del profesorado. Pregunta 6 Grado de dificultad a la hora de seguir el curso. Pregunta 7 Grado de dificultad en entender los contenidos. Pregunta 8 ¿Habrias preferido el curso de manera presencial con horarios cerrados?; Como conclusión el autor determino que los estudiantes prefieren los cursos síncronos sobre los asíncronos.

Vilca (2025), realizó una investigación en donde plantearon como hipótesis nula que la educación virtual no tiene una relación significativa con la satisfacción académica de los estudiantes y como hipótesis principal que existe una relación significativa entre la educación virtual y la satisfacción académica de los estudiantes, posteriormente aplicaron un instrumento de medición a 112 estudiantes, los cuales indicaron que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Algunas de las preguntas que realizaron fueron las: Satisfacción del alumnado por el uso de la plataforma digital para su aprendizaje un 63.5 % indico sentirse contento, además se preguntó si se reciben tutorías y un 43.5 % manifestó que a veces, se preguntó si se recibía retroalimentación por parte del docente y un 53 % indico que casi siempre se recibe retroalimentación, de igual manera se cuestionó si se sentían motivados por tomar su clase virtual y un 65.4% comento que casi siempre. Con esto el autor concluyo que a los estudiantes les agrada tener clases virtuales, siempre y cuando se tenga un acompañamiento por parte del docente.

El objetivo de esta investigación es demostrar que el aprendizaje remoto contribuye al desarrollo de las competencias de los estudiantes de un programa de ingeniería.

La Hipótesis H0: El aprendizaje remoto no tiene un impacto en el desarrollo de la competencia de un programa de licenciatura.

H1: El aprendizaje remoto tiene un impacto en el desarrollo de la competencia de un programa de licenciatura.

Por otro lado, la Justificación de esta investigación nos muestra que hoy, en día los planes de estudio deben de evolucionar para adecuarse a las necesidades de las nuevas generaciones, en donde en ocasiones el tener solo un tipo de oferta educativa orilla a los clientes, en este caso estudiantes a buscar una universidad que ofrezca esta flexibilidad, y ofrezca lo que ellos requieran.

3. Metodología

El enfoque de esta investigación es cuantitativo, debido a que se usa una encuesta, estructurada con base a la literatura y con escala de Likert para la recolección de los datos; Los cuales fueron analizados usando una regresión lineal simple, puesto que solo se analizara la relación entre la variable independiente y la dependiente.

3.2 Muestra

La investigación fue aplicada a estudiantes del programa de estudios de ingeniería industrial y administración de la facultad de ciencias químicas. Se selecciono este programa debido a la accesibilidad para aplicar el instrumento de medición y porque ya se aplicó el nuevo plan de estudios 430 modalidad mixta, el cual incluye unidades de aprendizaje no escolarizada, para este estudio se consideró como universo, los estudiantes de 6to y 7mo debido a que son los semestres en donde se comienzan a desarrollar las competencias específicas del programa. Para calcular la muestra se determinó la población de alumnos de los semestres mencionados el cual obtuvo como resultado un total 250 estudiantes y posteriormente se aplicó la formula estadística (ecuación 1), en donde

Ecuación 1. Obtención de la Muestra

n = Tamaño de la muestra

N = Población de la muestra

$Z = 1.96$ al nivel de confianza 95%

E = Error permitido (5 %)

$p = .50$

$q = 1 - p = .50$

$$n = \frac{(1.96)^2 (250)(.50)(.50)}{(.05)^2 (250 - 1) + (1.96)^2 (.50)(.50)}$$

$n = 152$ encuestas

Fuente: (Montgomery, 2004)

Como se puede observar al aplicar la ecuación, la muestra fue de 152 personas a quienes se les aplicó la encuesta.

3.3 Instrumento

El instrumento de medición consistió en una encuesta la cual fue dividida en tres apartados, el primer apartado consistió en preguntar características propias de quien la contesto, como lo son semestre que cursa, edad y sexo. Y los otros dos apartados consistieron en preguntar sobre la variable independiente (Aprendizaje remoto) y la variable dependiente (Desarrollo de Competencias del Ingeniero Industrial), para estos dos últimos apartados se tuvo un total de 23 preguntas. La escala usada fue de Likert a 5 puntos. En la tabla 1 se presentan las preguntas del instrumento de medición.

Tabla 1. Instrumento de Medición

Instrumento de Medición	
Ítems que conforman la VARIABLE INDEPENDIENTE “Aprendizaje Remoto”	
AR1	Considera contar con los recursos tecnológicos pertinentes para llevar a cabo sus materias virtuales (ASINCRONAS/MIXTAS).
AR2	Considera que los videos proporcionados en el curso tienen un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR3	Considera que el material didáctico proporcionadas en el curso tienen un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR4	Considera que la plataforma tiene un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR5	Considera que el llevar la clase en esta modalidad (sin o con la mínima la presencia del profesor) aporta en el proceso de adquirir conocimiento
AR6	Considera que el no tener un horario establecido tiene un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR7	Considera que el profesor se ha adaptado a esta nueva modalidad de difundir el conocimiento.
AR8	Considera que usted se ha adaptado a esta nueva modalidad de adquirir el conocimiento.
AR9	Considera que las unidades de aprendizaje impartidas en esta modalidad tienen un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR10	Considera que la atención y retroalimentación otorgada por el docente es la adecuada.
AR11	Considera que esta modalidad tiene un impacto positivo en el proceso de adquirir conocimiento.
AR12	Consideras sentirte motivado al cursar al tomar el curso de manera asíncrona
Ítems que conforman la VARIABLE DEPENDIENTE “Competencia del Ingeniero Industrial”	
CP1	Consideras que has aplicado estrategias de aprendizaje autónomo que te permitan la toma de decisiones oportunas.
CP2	Consideras que has aprendido a manejar las tecnologías de información.
CP3	Consideras que con lo aprendido en las unidades de aprendizaje puedes elaborar propuestas innovadoras para mejorar las prácticas en las organizaciones.
CP4	Consideras que puedes adaptarte fácilmente al cambio
CP5	Consideras que puedes hacer mejoras en líneas de producción, toma de tiempos, identificar cuellos de botellas.
CP6	Consideras que puedes hacer mejoras en las estaciones del trabajo para disminuir el desgaste del trabajador,
CP7	Consideras que puedes determinar los estándares de seguridad y medio ambiente.
CP8	Consideras que puedes realizar mejoras en procesos relacionados con la logística y cadena de suministro

CP9	Consideras que puedes realizar un análisis financiero en las organizaciones.
CP10	Consideras que puedes hacer cambios en el diseño de producto.
CP11	Consideras que tienen las herramientas pertinentes para establecer estándares de calidad pertinentes.

Para esta investigación se usó la regresión lineal simple, el cual un método estadístico utilizado para modelar la relación entre una variable X y una variable Y.

4. Resultados

4.1 Prueba piloto

La prueba de confiabilidad del instrumento es medida mediante el Alfa de Cronbach, evalúa la consistencia interna de un conjunto de ítems en un cuestionario o escala. En la tabla 2 se muestra los resultados a partir del paquete estadístico SPSS, donde se obtiene que el Alfa de Cronbach es de 0.869, lo cual indica la consistencia interna general de los 11 ítems para la variable dependiente. Además, el Alfa de Cronbach en ítems estandarizados es de 0.872. Este valor es similar al anterior, pero se calcula después de estandarizar los ítems. La estandarización ajusta las puntuaciones de los ítems para que tengan la misma escala, lo que puede afectar ligeramente el valor de alfa. En este caso, ambos valores (0.869 y 0.872) son bastante cercanos, lo que indica una consistencia interna robusta en tu escala.

Tabla 2. Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach en ítems estandarizados.	No de Ítems
.869	.872	11

Generalmente, al tener un Alfa de Cronbach con valor superior a 0.7 indica una buena consistencia interna, lo cual sugiere que los ítems están correlacionados de manera adecuada para medir la misma característica o constructo, esto se comprueba mediante la matriz de correlación de ítems. Se analiza la relación entre los diferentes ítems de una escala y evaluar su coherencia interna.

En la tabla 3 se representan las correlaciones entre los ítems. En este caso, los valores oscilan en su mayoría entre 0.25 y 0.58, lo que indica una relación positiva entre los ítems, y de acuerdo con George & Mallery (2019), valores entre 0.3 y 0.7 son deseables, ya que sugieren que los ítems están relacionados, pero no son redundantes. Se debe tener precaución con el análisis de las correlaciones muy bajas (menores a 0.2) ya que pueden indicar que algunos ítems no están midiendo el mismo constructo. Esto está presente en el ítem CP9 parece tener correlaciones más bajas con el ítem CP1, pues el coeficiente de Pearson es $r=0.196$, lo que podría indicar que este ítem no se ajusta bien a la escala. También CP11 tiene valores bajos con la mayoría de los ítems ($r < 0.3$), lo que podría afectar la consistencia interna. Ya que el Alfa de Cronbach fue de 0.869, el instrumento parece tener buena fiabilidad. Sin embargo, se quiere mejorar la consistencia interna, lo cual conlleva a que se podría revisar los ítems con correlaciones más bajas (como CP9 y CP11). En SPSS, se realiza la prueba de valor de Alfa si se elimina el ítem lo cual se menciona posteriormente.

Tabla 3. Matriz de Correlación.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
CP1	1.000	.480	.406	.541	.311	.415	.272	.282
CP2	.480	1.000	.548	.485	.429	.542	.287	.427
CP3	.406	.548	1.000	.561	.499	.438	.321	.303
CP4	.541	.485	.561	1.000	.440	.473	.383	.310
CP5	.311	.429	.499	.440	1.000	.584	.382	.470
CP6	.415	.542	.438	.473	.584	1.000	.460	.429
CP7	.272	.287	.321	.383	.382	.460	1.000	.350
CP8	.282	.427	.303	.310	.470	.429	.350	1.000
CP9	.196	.321	.226	.313	.450	.311	.336	.466
CP10	.311	.333	.290	.333	.346	.416	.348	.417
CP11	.259	.273	.251	.252	.265	.407	.394	.373

Si se eliminan ítems del instrumento. En la tabla 4, a pesar de que CP9 y CP11 sugieren correlaciones bajas con el resto de los ítems, al eliminarlos se obtienen valores menores al ya obtenido de Alfa de Cronbach de 0.869, lo cual confirma la validez del ítem y la no eliminación de ninguno de ellos.

Tabla 4. Correlaciones Variable dependiente.

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
CP1	43.7310	24.279	.510	.374	.862
CP2	43.6650	23.857	.619	.484	.855
CP3	43.7716	23.687	.566	.469	.858
CP4	43.6751	23.608	.610	.484	.855
CP5	43.7665	23.404	.631	.503	.854
CP6	43.7411	23.417	.674	.534	.851
CP7	43.6701	24.549	.528	.320	.861
CP8	43.7868	23.485	.579	.386	.857
CP9	43.8934	23.126	.520	.422	.863
CP10	43.8528	22.820	.561	.441	.857
CP11	43.8173	24.150	.467	.337	.864

Otro de los indicadores de la estabilidad interna del instrumento es el KMO y la prueba de esfericidad de Bartlett, para la construcción adecuada de un posterior modelo de regresión y análisis factorial. El índice KMO mide la adecuación de los datos para el análisis factorial, evaluando si las correlaciones entre las variables son lo suficientemente altas. De acuerdo con Kaiser (1974), valores superiores a 0.70 son los adecuados, y en este caso el valor obtenido de 0.858 indica que los datos tienen una estructura adecuada para el análisis factorial. (Tabla 5). Por otra parte, la prueba de esfericidad de Bartlett evalúa si la matriz de correlaciones es una matriz identidad, es decir, si las variables no están correlacionadas entre sí lo que significaría pleonismo o redundancia en las preguntas. Un valor $p < 0.05$ indica que hay correlaciones significativas entre los ítems, lo que justifica el uso del análisis factorial. Ya que el valor obtenido es de $p = 0.000$ confirma que las correlaciones son significativas y que el análisis factorial es adecuado.

Tabla 5. KMO

Kaiser – Meyer- Okin Measure of Sampling Adequacy	.858
Bartlett's Test of Sphericity Approx Chi-Square	1282.44
df	66
sig	.000

4.2 Resultados Regresión Lineal Múltiple

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron a partir de los datos recabados durante la aplicación del instrumento de medición. Como se mencionó anteriormente el método usado para el análisis de los datos fue la regresión lineal simple. Para que una regresión lineal simple sea válida, se deben de cumplir ciertos supuestos. Dentro de los cuales se pueden destacar:

4.2 Coeficiente de Determinación R^2

Este indicador nos muestra si nuestro modelo explica el problema de investigación planteado, mientras más cercano este a 1 el modelo explica los datos. En ciencias sociales, los fenómenos suelen ser complejos y multifactoriales, por lo que los valores del coeficiente de determinación suelen ser más bajos en comparación con disciplinas de ciencias exactas. De acuerdo con la literatura valores arriba de .4 son aceptables para las ciencias sociales. Para esta investigación el valor de R^2 obtenido fue de .553, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis del Modelo R²

Model	R	R Square	Adjusted R Square
1	.744 ^a	.553	.550

4.3 Independencia de los errores (No autocorrelación)

Es decir que los errores de los residuos deben de ser independientes entre sí, lo cual puede ser comprado con el estadístico Durbin Watson, en donde un valor cercano a 2 indica una independencia y valores cercanos entre 0 y 4 indican autocorrelación positiva o negativa. Para esta investigación se usó el software SPSS y se obtuvo un coeficiente de Durbin Watson de 2.051, con lo cual se puede confirmar que no hay autocorrelación.

4.4 Homocedasticidad

Indica que la dispersión de los residuos debe de ser constante en todos los valores de X. Esto puede ser visualizado con una gráfica de residuos vs valores establecidos, si los residuos se dispersan aleatoriamente sin patrón, hay homocedasticidad, si se forma un patrón cónico (más dispersos en el eje de las X), hay heteroscedasticidad. A continuación, se muestra el grafico 1 el cual nos confirma que se cumple este supuesto por lo cual se tiene errores con una varianza constante a lo largo de todos los valores independientes.

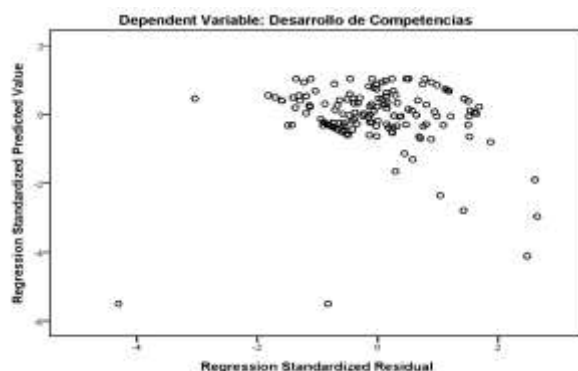


Figura 1. Homocedasticidad

4.5 Normalidad de los errores

Los residuos deben de seguir una distribución normal, esto puede ser observado con un histograma. En el gráfico 2 se puede corroborar que se cumple con el supuesto observado al presentar una distribución con forma de campana.

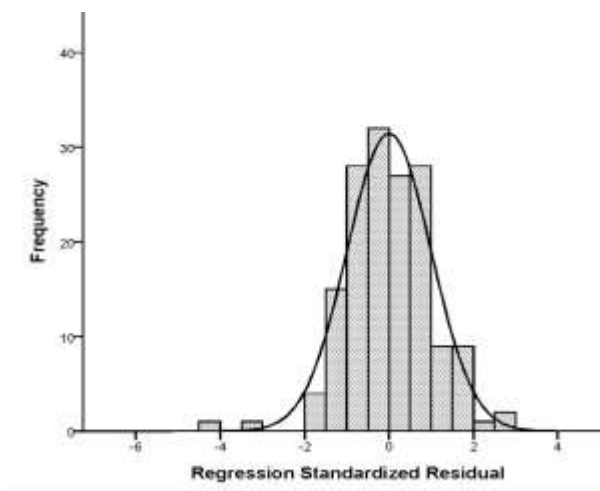


Figura 2. Normalidad

Por otro lado, se comprobó la significancia del modelo, realizándose un ANOVA en donde se probaron las hipótesis que se muestran a continuación:

H0: El aprendizaje remoto no tiene ningún impacto en el desarrollo de las competencias de un programa de licenciatura.

H1: El aprendizaje remoto tiene un impacto en el desarrollo de la competencia de un programa de licenciatura.

Para el análisis de los datos se usó el SPSS en donde se resaltó que el modelo es significativo, esto puede ser observado en la tabla 7. Por lo tanto, se aprueba la hipótesis 1, la cual indica que el aprendizaje remoto tiene un impacto en el desarrollo de las competencias de un programa de licenciatura.

Tabla 7. ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	86.741	1	86.741	191.777	.000 ^b
	Residual	70.107	155	.452		
	Total	156.849	156			

a. Dependent Variable: Desarrollo de Competencias

b. Predictors: (Constant), Aprendizaje Remoto

Por otro lado, en la tabla 8 se presenta el coeficiente de la variable independiente “aprendizaje remoto”. 2

Tabla 8. Coeficiente Variable Independiente.

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.010	.054		.181	.857
	Aprendizaje Remoto	.738	.053	.744	13.848	.000

Y de esta manera el modelo propuesto para esta investigación sería el presentado en la ecuación 2:

$$\text{Ecuación 2} \\ Y = .053 + .744X_1$$

5. Discusión

Hoy en día, las instituciones de educación superior están buscando atraer más estudiantes a los diferentes programas académicos ofertados en la institución; Debido a lo anterior las instituciones siempre están en constante evolución buscando que sus planes de estudio se adecuen a las necesidades de los grupos de interés, es decir que sean atractivos para los futuros estudiantes, para la comunidad, que propongan soluciones que sean socialmente responsables y para los empleadores, estos últimos buscan que sus próximos empleados cuenten con las competencias adecuadas para poder resolver cualquier tipo de situación que se les pueda presentar en el ámbito laboral. Para poder proporcionar los anterior las IES, han propuesto unidades de aprendizaje asíncronas, es decir, que el estudiante no tenga que presentarse en la institución para cursar la unidad de aprendizaje, y son atractivas para los empleadores porque de esta manera pueden contratarlos para hacer prácticas en horarios un poco más flexibles y de esta manera contribuir al desarrollo integral del estudiante. Para esta investigación se realizó un cuestionario, con el cual se recabaron datos, los cuales fueron analizados mediante una regresión lineal simple en donde se obtuvo

6. Referencias

- Álvarez, D. (2024). Las perspectivas de la enseñanza en la era de la inteligencia artificial. *Revista Ensayos pedagógicos*, 1-20.
- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An overview of chatbot technology. In IFIP International conference on artificial intelligence applications and innovations. *Springer Cham*, 373-383.

- Baelo, R., & Canton, I. (2009). Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior . Estudio descriptivo y de revisión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-12.
- Baelo, R., & Canton, I. (2009). Las tecnologías de información y la comunicación en la educación superior . Estudio descriptivo y de revisión. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-12.
- España, J., Garrido, P., Gomez , M., Iñiguez, R., & Poveda, F. (2021). Docencia Dual Síncrona Vs Docencia No Presencial Asíncrona: Evaluación de Escenarios Alternativos. *Memorias del Programa de Redes I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria*, 3647-3681.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y Analisis de Experimentos*. Arizona: Wiley.
- OCDE. (08 de 05 de 2006). Obtenido de Reviewing the ICT sector definition: Issues for discussion: <http://www.oecd.org/dataoecd/3/8/20627293.pdf>
- Prieto, V., Quiñones, I., Ramirez, G., Fuentes, Z., Labrada, T., Perez, O., & Montero, M. (2011). Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación y nuevos paradigmas del enfoque educativo. *Educación Médica Superior*, 95-102.
- Vilca, E., Villamares, E., Canchari, U., Huillca, W., Hernandez, M., & Suarez, C. (2025). Aprendizaje en línea y satisfacción académica en estudiantes universitarios. *Revista INVECOM* , 1-11.
- Vite , H. (2020). Estrategias tecnológicas y metodológicas para el desarrollo de clases online en instituciones educativas.. *Conrado*, 259-265.

Comité Editorial

Agradecemos la participación, compromiso y apoyo del equipo editorial quienes participan en la realización de la edición de la Revista Ingeniería y Gestión Industrial.

MII. Arlethe Yari Aguilar Villarreal, Editor Responsable

arlethe.aguilarvll@uanl.edu.mx

Posee una Maestría en Ingeniería Industrial con especialidad en Productividad y Calidad en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se desarrolló como profesional en diversas industrias y diferentes áreas, entre las cuales destacan Control de Producción, Inventarios, Logística, Compras, Ingeniería de Proyectos, Calidad, y Ventas. Actualmente es Profesor de tiempo completo de Ingeniería Industrial y Administración en la UANL, impartiendo cursos como Diseño asistido por computadora, Formación de Emprendedores y Propiedad intelectual. Ella ha sido reconocida por el SEP con la certificación PRODEP. Además, es miembro del Instituto de Ingenieros Industriales y miembro de la American Society for Quality. Actualmente se encuentra estudiando el Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración en donde cultiva la línea de conocimiento relacionada con la Competitividad en la industria.

Dr. Elí Samuel González Trejo, Editor

eli.gonzaleztrj@uanl.edu.mx

Posee un Doctorado en Administración de Negocios Internacionales y un MBA por la Universidad Internacional de Texas A&M. Su experiencia profesional incluye las áreas de ventas, comercialización y servicio al cliente. Actualmente es subdirector académico del área de Ingeniería Industrial y Administración y se desempeña como profesor de tiempo completo en este programa e imparte catedra en el posgrado en Administración de la UANL, impartiendo cursos como planeación Estratégica, Introducción a la Administración, Administración de ventas y coaching, comportamiento organizacional y liderazgo otros. El Dr. González ha sido reconocido por la SEP con el perfil PRODEP y es miembro del Instituto de ingenieros industriales y de sistemas (IISE).

Dra. Carolina Solís Peña, Editor

carolina.solispa@uanl.edu.mx

Egresada del Doctorado en Filosofía con Especialidad en Administración, cuenta con la Maestría en Administración con orientación a la Cadena de Abastecimiento en UANL. Se desarrolló como profesional diferentes áreas dentro de la Industria Automotriz, entre las cuales destacan Manufactura, Seguridad Industrial, Ambiente y Sustentabilidad, logística y Planeación y Compras de materiales. Actualmente es Profesora de Tiempo Completo de Ingeniería Industrial y Administración en la UANL, impartiendo cursos como Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, Planeación y Control de las Operaciones, Administración de la Cadena de Suministro, Abastecimiento y Desarrollo de Proveedores y Sistemas de Distribución y Almacenaje. Ha sido reconocida por el SEP con la certificación PRODEP con el Perfil Deseable.

Dr. Leonardo Gabriel Hernández Landa, Editor

leonardo.hernandezln@uanl.edu.mx

Es Doctor en Ingeniería con orientación en Ingeniería de Sistemas, cuenta con una maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Sistemas, enfoca su investigación principalmente a problemas de optimización y análisis de sistemas productivos. Ha desarrollado proyectos principalmente en el campo de la de logística, cadena de suministro y procesos de producción. Tiene una amplia experiencia en el uso de herramientas computacionales para la optimización, análisis de información y ciencia de datos como Python, R, CPLEX, Excel, etc. Su principal aportación a la investigación ha sido en desarrollo de algoritmos para localización y ruteo dentro del área de la logística, además de métodos usando teoría de colas para la optimización de líneas de espera. Sus líneas de investigación se centran en Matemática Aplicada, Ingeniería de Transporte e Ingeniería Industrial.

Comité Dictaminador

(Por orden alfabético)

Dra. Agustina Cavazos, Texas A&M International University
Dr. Aldahir Caballero Campbell, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
Dra. Alma Elizabeth Merla González, Universidad Autónoma de Nuevo León
M.C. Arnulfo Aurelio Naranjo Flores, Instituto Tecnológico de Sonora
Dr. Carlos Raúl Navarro González, Universidad Autónoma de Baja California
M.C. Daniel Moreno Sánchez, Consultor independiente
Dr. David Claudio, Universidad del Estado de Montana
Dra. Deydra Celeste López Piñon, Universidad Autónoma de Nuevo León
Dra. Edith Lucero Ozuna Espinoza, Universidad Autónoma de Nuevo León
Dr. Eliseo Luis Vilalta Perdomo, Aston University
Dr. Federico Guadalupe Figueroa Garza, Universidad Autónoma de Nuevo León
Dr. Fernando Elizalde Ramírez, Tecnológico de Monterrey
Dr. Gabriel Gatica Díaz Escobar, Grupo CADIHSC
Dra. Idalia Gómez de la Fuente, UANL- Facultad de Ciencias Químicas
Dra. Imelda de Jesús Loera Hernández, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey
Dra. Jazmín Guadalupe Acosta Sánchez, DEACERO
Dr. Jesús Carmona, Universidad de Texas Kingsville
Dr. Jesús Eduardo Estrada Domínguez, Universidad Autónoma de Nuevo León
Dr. Jorge Horacio González Ortiz, Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Dr. José Luis Daniel, Texas A&M University
Dra. Laura Alejandrina Zúñiga Valero, Consultora independiente
Dr. Luis Fernando Pérez López, director del Centro de Inteligencia Artificial
Dra. María Luisa Chávez García, Universidad de Monterrey
Dr. Miguel Lorenzo Morales Marroquín, FEMSA
Dr. Nazim Taskin, Universidad de Nueva Zelanda
M.C. Rafael Humberto Rojas Millan, Universidad de la Costa
Dr. Ruth Chatelain Jardón, Universidad de Texas Kingsville
Dra. Yolanda Peña Méndez, Facultad de Ciencias Químicas

Agradecimientos

En esta cuarta edición, agradecemos a todos los involucrados en este proyecto, desde la concepción de la idea hasta lograr construir esta cuarta edición, gracias por acompañarnos este largo trayecto de aprendizaje.

Agradecemos la participación de todos los autores que confiaron y esperaron pacientemente la publicación de esta cuarta edición, para todos los profesores colaboradores integrantes de los diferentes comités, el personal administrativo de nuestra institución y de nuestra facultad quienes apoyaron este proyecto académico, un agradecimiento especial para todos los integrantes del comité dictaminador quienes amablemente cedieron su tiempo y dedicación para verter sus contribuciones a las aportaciones de los autores. De forma especial externamos nuestro agradecimiento al comité editorial por todas las aportaciones realizadas para lograr la cristalización de este proyecto.

Agradecemos especialmente a las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas encabezadas por la Dra. Argelia Vargas Moreno, quien apoya este proyecto con las gestiones administrativas y académicas necesarias en este camino, además agradecemos al Dr. Elí Samuel González Trejo por su paciencia y confianza para impulsar este proyecto continuamente.

Atentamente

Arlethe Yari Aguilar Villarreal Editor Responsable

Convocatoria para Envío de Trabajos

Invitamos a todos los investigadores, profesores, personal académico y profesionales a enviar sus contribuciones científicas para participar en la publicación de la 5ta Edición de la Revista de Ingeniería y Gestión la cual se emitirá en el mes de diciembre 2025. Los invitamos a participar en la convocatoria para enviar sus aportaciones científicas a más tardar el **30 de septiembre 2025** por medio de la página web de la revista [**https://ingenieriaygestion.uanl.mx/**](https://ingenieriaygestion.uanl.mx/).



INGENIERÍA Y GESTIÓN INDUSTRIAL

Universidad Autónoma de Nuevo León