



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA**

SECRETARÍA DE  
 EDUCACIÓN PÚBLICA

**SEP**

# TecnoINTELECTO

Órgano de Divulgación Científica

**Una Publicación del Tecnológico Nacional de México -  
 Instituto Tecnológico de Cd. Victoria**

Volumen 21

No. 1

Julio 2024

ISSN 1665-983X

## INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**Aplicación de metodología Kaizen en el área de producción de planta purificadora de agua.**  
*Jorge G. Ramírez-Díaz, Flora A. González-Jiménez, Dulce M. García-Walle, Raúl A. Derat-Solís &  
 Jorge A. Espino-Herrera..... 1*

**Diseño y validación de una encuesta sobre las prácticas en el desarrollo de software basado  
 en inteligencia artificial.** *María G. Medina-Barrera & José J. Hernández-Mora..... 10*



## DIRECTORIO

**Dr. Ramón Jiménez López**  
Director General del Tecnológico Nacional de México

**Mtra. Deysi Yesica Álvarez Vergara**  
Directora

**M.I.I. Ana María Magdalena Ortiz Elizalde**  
Subdirectora Académica

**Arq. Evaristo Ángel Romero Nava**  
Subdirector de Planeación y Vinculación

**Mtro. José Ángel Nieto Meza**  
Subdirectora de Servicios Administrativos

## COMITÉ EDITORIAL

**Instituto Tecnológico de Cd. Victoria**  
**División de Estudios de Posgrado e Investigación**

## COORDINACIÓN EDITORIAL

**Ludivina Barrientos-Lozano, Ph. D.**  
**Aurora Y. Rocha-Sanchez, Dra.**

## Asistencia Editorial:

**Pedro Almaguer Sierra, Dr.**

## COMITÉ REVISOR

---

**Dra. Erika Barojas-Payán.** Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. SNII Nivel I.

**Dr. Victorino Juárez-Rivera.** Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería. Perfil Deseable PRODEP.

**Dr. Juan Carlos Kido-Miranda.** Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Iguala. Perfil Deseable PRODEP.

**Dra. Lilia del Carmen García-Mundo.** Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. Perfil Deseable PRODEP.

**Dr. Jesús Carlos Carmona-Frausto.** Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. SNII Nivel C.

**Dra. Ludivina Barrientos-Lozano.** Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. SNII Nivel II.

**Dr. Pedro Almaguer-Sierra.** Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. División de Estudios de Posgrado e Investigación. SNII Nivel C.

---

**TecnoINTELECTO** (ISSN 1665-983X y reserva: 04-2004-072626452400-102) es un órgano de divulgación científica de forma semestral del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil No. 1301, C. P. 87010, Cd. Victoria, Tamaulipas, México; Tels. (834) 153 20 00 Ext. 364. El contenido y la sintaxis de los artículos presentados son responsabilidad del autor (es). Editor Principal: División de Estudios de Posgrado e Investigación. Apoyo editorial-informático: Dra. Aurora Y. Rocha Sánchez. Envío de documentos, consultas y sugerencias al correo electrónico: [ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com). Todos los derechos son reservados y propiedad del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. TecnoINTELECTO, Vol. 21 No. 1. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Consúltanos en el Índice Latinoamericano [www.latindex.org](http://www.latindex.org) y en el Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias PERIÓDICA [www.dgb.unam.mx/periodica.html](http://www.dgb.unam.mx/periodica.html)



## APLICACIÓN DE METODOLOGÍA KAIZEN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE PLANTA PURIFICADORA DE AGUA

Jorge. G. Ramírez-Díaz, Flora. A. González-Jiménez, Dulce. M. García-Walle, Raúl. A. Derat-Solís & Jorge A. Espino-Herrera

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Blvd. Emilio Portes Gil, No. 1301, C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

[L18380824@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:L18380824@cdvictoria.tecnm.mx), [flora.gj@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:flora.gj@cdvictoria.tecnm.mx), [dulce.gw@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:dulce.gw@cdvictoria.tecnm.mx), [raul.ds@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:raul.ds@cdvictoria.tecnm.mx), [jorge.eh@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:jorge.eh@cdvictoria.tecnm.mx)

**RESUMEN.** La metodología Kaizen se refiere a la mejora constante, se basa en la idea de que, al realizar pequeñas mejoras de forma continua y a largo plazo, estas pueden conducir a cambios importantes dentro de la empresa. Hay muchas formas de implementar la mejora continua, por ejemplo, utilizando la metodología 5s, el Six Sigma, el ciclo PDCA, entre otros. En este caso se aplicó el ciclo PDCA. Se lograron obtener resultados satisfactorios, implementando medidas que ayudaron a mejorar los tiempos de producción en un 17% en promedio, así como tener una mejor productividad de los empleados, lo cual se logró al disminuir las inasistencias en un 56%.

**PALABRAS CLAVE:** mejora continua, productividad, producción, estandarización.

**ABSTRAC.** The Kaizen methodology refers to constant improvement, it is based on the idea that, by making small improvements continuously and in the long term, these can lead to important changes within the company. There are many ways to implement continuous improvement, for example, using the 5s methodology, Six Sigma, the PDCA cycle, among others. In this case, the PDCA cycle was applied. Satisfactory results were achieved, implementing measures that helped improve production times by 17% on average, as well as having better employee productivity, which was achieved by reducing absences by 56%.

**KEYWORDS:** continuous improvement, productivity, production, standardization.

### 1. INTRODUCCIÓN

El término Kaizen deriva de la fusión de dos palabras japonesas: "KAI" y "ZEN" traducidas al español significan, respectivamente, "cambio" y "mejor", lo que hace referencia a un proceso de mejora continua en todos los aspectos de un negocio, desde las prioridades estratégicas hasta las operaciones diarias, siendo la base de la mejora continua la autoevaluación, conocer la situación de partida de la empresa para lograr evolucionar y detectar áreas para crear el proyecto de mejora. El principio de mejora continua se basa en la idea de que, si se realizan pequeñas mejoras de forma continua a lo largo del tiempo, estas pueden conducir a cambios importantes a largo plazo (Laoyan, 2022).

El proceso Kaizen se popularizó en la década de 1950 después de la Segunda Guerra Mundial por los fabricantes japoneses; el objetivo del método es mejorar continuamente los procesos para eliminar cualquier desperdicio. En este contexto, el desperdicio se refiere al uso ineficiente del tiempo o a la redundancia en los procesos. Un ejemplo muy

conocido del modelo de mejora continua es el modelo de producción de Toyota, que busca la reducción de costos a través de la eliminación de los desperdicios, de acuerdo con Vargas y Camero (2021). El Ciclo PDCA también se conoce como círculo de Deming y es una herramienta usada para implementar sistemas de mejora continua. Las siglas PDCA se refieren a las palabras inglesas "Plan", "Do", "Check", "Act" que en español significan "Planificar", "Ejecutar", "Verificar" y "Actuar" (Socconini, 2018). El ciclo PDCA es un método que se moldea fácilmente de acuerdo con las necesidades individuales de cada empresa, y por lo mismo sirve para emplearse en cualquier tipo de proceso, incluyendo servicios, siempre y cuando lo que se busque tenga un enfoque de mejora continua (Chara *et al.*, 2022). La aplicación de la filosofía Kaizen superó todas las expectativas y en poco tiempo, las empresas japonesas se convirtieron en grandes líderes en el mercado mundial, afirma Bizneo (2021). El objetivo de aplicar esta metodología en el área de producción fue lograr que la empresa identificara oportunidades de mejora.

El desarrollo de esta metodología se llevó a cabo en una planta purificadora ubicada en el suroeste del estado de Tamaulipas. Inició como un negocio familiar, fundada en un ejido de Cd. Victoria hace aproximadamente 16 años; desde el inicio, siendo un rubro nuevo y con el mercado en constante crecimiento, el fundador supo aprovechar los factores positivos que le brindaba el entorno, lo que provocó la expansión de la misma, por lo que en el año de 2007 decidió abrir una sucursal en el suroeste del estado, ya que era un lugar que él conocía y consideraba que había mercado para su producto; dicha empresa empezó como una pequeña planta purificadora con dos camionetas repartidoras y 3 empleados, gracias a la calidad de su agua y la preferencia de los clientes, ha tenido un considerable crecimiento. En la actualidad cuenta con aproximadamente 32 empleados, 12 camionetas repartidoras, 2 camiones con carga de 712 garrafones cada uno y 3 camiones con carga de 408 garrafones cada uno; hoy en día existen 3 rutas locales con 2 camionetas cada una, donde diariamente se realizan aproximadamente 8 vueltas para surtir agua a las familias; también se realizan rutas foráneas dirigidas a ejidos cercanos. Es la principal marca que se consume en el municipio y comunidades cercanas.

Este artículo se ha organizado de la manera siguiente: en la sección dos se encuentra el planteamiento del problema, el objetivo general, los específicos y la justificación; en la sección tres está el marco teórico, el cual se refiere a la revisión de literatura sobre la metodología Kaizen y el ciclo PDCA; en la sección cuatro se presenta la metodología Kaizen utilizada; en la sección cinco están los resultados; la sección seis, muestra la discusión de los resultados; en la sección siete se encuentran las conclusiones del proyecto y por último, en la sección ocho, la literatura consultada.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad se pueden encontrar empresas exitosas tanto pequeñas como medianas y grandes. Para que una empresa sea exitosa intervienen diversos factores, siendo uno de éstos la participación de los trabajadores; la planta purificadora de agua es una empresa que tiene altos estándares de calidad y dentro del municipio es la que predomina en el

mercado actual, por lo que está comprometida en ofrecer un producto de calidad a sus clientes. Por lo anterior, un problema visible y que afecta la productividad de la planta es la inasistencia del personal, siendo en promedio, 9 personas las que faltaban por semana. Esto afectó la operación de la planta y derivó en una menor producción, lo que llevó a una menor productividad, impidiendo satisfacer eficientemente la demanda.

### **2.2 Objetivos**

El objetivo general de este proyecto fue aplicar la metodología Kaizen en el área de producción de la planta purificadora de agua para mejorar su operación. Los objetivos específicos fueron, hacer un diagnóstico de la situación actual del área de producción que permita identificar los principales problemas; elaborar una propuesta de metodología Kaizen utilizando el ciclo PDCA para la mejora continua e implementar la propuesta Kaizen y evaluar su adecuación, haciendo los ajustes necesarios.

### **2.3 Justificación**

El área de producción de la planta está conformada por la operación de embotellado del agua y sellado de botellones para su posterior venta en distintas presentaciones (garrafones de 20 L y botellas de plástico de 500 ml., 1L y 1.5L). La empresa es preferida por los clientes debido a la calidad de sus productos, demostrando su compromiso ya que siempre busca ofrecer lo mejor; esto ha llevado al dueño de la planta a buscar cómo mejorar la productividad del área de producción, ya que se han presentado algunos problemas con el personal, lo que se manifestó con las inasistencias en que incurrían. Al plantear un mecanismo de mejora continua Kaizen se proponen metas y objetivos, los cuales serán alcanzados de forma gradual mediante un análisis del área de producción actual de la empresa, para después proponer y ejecutar las mejoras necesarias en dicha área de manera que la empresa proporcione a sus clientes la calidad que merecen y mantener costos competitivos.

## **3. MARCO TEÓRICO**

Menciona Quiroga (2021), que la mejora continua se refiere a un proceso de cambio, de desarrollo y de realizar la operación de la empresa de manera más eficiente y efectiva. En este sentido, el esfuerzo de mejora continua

es un ciclo ininterrumpido, a través del cual se identifica un aspecto a mejorar, se planea cómo realizar la mejora, se implementa, se verifican los resultados y se actúa de acuerdo con estos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer nuevas metas. La intención es encontrar siempre los puntos en los que el funcionamiento de la empresa tiene cuellos de botella provocados por errores humanos, por retrasos debido falta de algún insumo, o por desperdicio de recursos causados por negligencia de los trabajadores. Cuando el rendimiento de la empresa se mejora de manera paulatina, se ven los resultados en la satisfacción del cliente (Esquivel *et al.*, 2017).

### 3.1 Eventos Kaizen (EK)

Salazar (2019) indica que la mejora continua es una filosofía de dirección que busca conseguir una ventaja competitiva basada en la esencia de la calidad y de la gestión estratégica y operativa mediante la continua introducción de pequeños cambios realizados de forma sistemática. Santillan *et al.*, (2022) propusieron la aplicación de eventos Kaizen que contribuyen a mejorar el sistema de primeras entradas, primeras salidas y así mismo liberar espacio en pasillos, acomodar la mercancía de acuerdo con el tipo de producto en su área específica, a través de la metodología 5's. Para introducir la metodología se necesitó un tiempo de cuatro meses, una capacitación constante e intensiva y un involucramiento de los jefes de cuadrilla.

De acuerdo con Arriola *et al.*, (2018), los Eventos Kaizen (EK) son uno de los principales mecanismos para perfeccionar los procesos durante la fase de producción (ejecución) de un producto, asegurando un mejor desempeño y agregando valor al cliente. Alvarado y Pumisacho (2017) establecen que varios autores coinciden en tres nociones básicas del Kaizen: es continuo, es incremental y es participativo; esto sugiere que este concepto comprende un proceso de actividades que se implementa continuamente y que asegura una constante búsqueda de la innovación. La mejora continua está asociada con una diversidad de desarrollos organizacionales incluyendo la adopción de enfoques modernos como Gestión de la Calidad Total (TQM), Manufactura Esbelta, Teoría de Restricciones (TOC), Seis Sigma (SS), Kaizen, entre otros. Señalan Chara *et al.*, (2022), Palacios (2019) y Quiroga (2021) que algunos de los métodos

más comúnmente utilizados para implementar la mejora continua Kaizen, son:

- El ciclo de Deming: es un sistema que busca la optimización constante de las actividades empresariales a través de cuatro etapas.
- 5S: Un método para generar una cultura de disciplina en cuanto al orden y limpieza de todas las áreas. Es la base para una administración visual.
- ISO9001:2015: Un método centrado en las normas internacionales de calidad estipuladas por la organización internacional de estándares. Es un método administrativo que proporciona evidencia del sistema de calidad.
- TPM: Mantenimiento Productivo Total es un método para optimizar la efectividad de la maquinaria.
- JIT: Justo-a-tiempo, es un enfoque de manufactura que permite a las empresas fabricar los productos que sus clientes quieren, cuando ellos los quieren, y en la cantidad que ellos quieren.
- Seis Sigma: Es un método o estructura administrativa que se enfoca en la mejora de los procesos usando herramientas estadísticas.

### 3.2 Ciclo de Deming

El Ciclo PDCA también se conoce como círculo de Deming, es una herramienta usada para implementar sistemas de mejora continua en las organizaciones. Su potencia radica en la auto-evaluación permanente en el tiempo; de esta manera se logra entender los puntos fuertes que hay que mantener y remarcar las áreas en las que es necesario mejorar (Achulli y Jaramillo, 2021). Este ciclo es un instrumento que se enfoca en la solución de problemas, lo cual permite crecer sistemáticamente basándose en la mejora continua y la innovación (Castillo, 2019). Quiroga (2020) menciona que en la fase de planificación lo que se busca es analizar la situación de la empresa y sus necesidades; se deben recopilar datos, proponer ideas, establecer los objetivos y definir las acciones, así como los tiempos para lograr los resultados. Castillo (2019) manifiesta que con la fase de actuar se concluye el ciclo de la calidad porque si al verificar los resultados se logró lo que se tenía planeado,

entonces se sistematizan y documentan los cambios que hubo; pero sí al hacer una verificación se evidencia que no se ha logrado lo deseado, entonces hay que actuar rápidamente, corregir lo planteado y establecer un nuevo plan de trabajo, repitiendo el ciclo.

#### 4. DESARROLLO

El proyecto se desarrolló en el área de producción de la planta purificadora. Las actividades analizadas se refieren a la verificación y control de las cargas de las camionetas y camiones (revisar cuantos garrafones vacíos, llenos y defectuosos) antes de que entren a producción, también proporcionar los materiales necesarios que se ocupan en el área de producción (sellos, garrafones, botellas, jabón, desinfectante, tapas, empaque, etc.), igualmente si algún garrafón tenía mal olor se tenía que examinar y determinar si pasa a tratamiento o si se destruía y se reemplaza con uno nuevo. Para iniciar el proyecto, lo primero fue conocer el proceso de producción y el personal que ahí trabaja; identificar las problemáticas que presenta el funcionamiento de este proceso; posteriormente analizar los problemas identificados y proponer soluciones; diseñar las contramedidas, evaluarlas y hacer ajustes o bien, implantarlas en caso de que no se requiriera de ajustes. A continuación, se presenta las etapas del proyecto.

##### 4.1 Observar el Área de Producción

Esta actividad tiene la finalidad de entender el funcionamiento del proceso de purificación, el trabajo que se realiza y familiarizarse con dicha área. Además, al observar el proceso de producción será mucho más fácil comprender las necesidades y problemas que ocurren (Figura 1).



Figura 1. Área de llenado de garrafones.

El proceso de purificación se realiza de la siguiente manera: inicia con el abastecimiento de agua cruda, la cual se acarrea mediante dos pipas de agua, una con capacidad de cinco mil litros y otra con una capacidad de treinta mil litros. Luego se deja en un tanque de almacenamiento, para posteriormente bombear el agua cruda a un filtro de arena, un filtro de carbón y un filtro de resina. Enseguida se pasa el agua a otro tanque de almacenamiento, donde se le coloca salmuera, luego esta agua pasa a una cisterna la cual alimenta a un filtro de luz ultravioleta para eliminar impurezas e insectos. Después pasa a través de otro filtro que quitará la concentración de sales del agua y el último proceso que se realiza en la purificación de agua es la inyección de ozono, la cual permite mantener el agua purificada en el almacenamiento.

##### 4.2 Detectar los Problemas

Luego de haber concluido el punto anterior se detectaron los problemas que se presentan en el área de producción, que son los siguientes:

- Tiempos muertos: Esto se debe a una mala organización laboral en los puestos de trabajo.
- Impuntualidad: Cuando un trabajador llega tarde o falta, perjudica el flujo de trabajo.
- Falta de colaboración: Sucede cuando en un equipo de trabajo varios miembros se sienten descontentos por alguien que no hace bien su trabajo o no hace lo suficiente.
- Para tallar los garrafones sucios se utiliza un taladro y al usarlo puede tener en consecuencia una lesión en la muñeca de la mano (ver imagen 2). Otro caso es que algunos trabajadores no usan adecuadamente el EPP, como las fajas, botas, mandiles y guantes.
- Desperdicio de recursos: en la producción se desperdicia los recursos como la materia prima (agua), los garrafones que se rompen en producción ya sea por accidente o error del trabajador, además también se desperdicia mucho el desinfectante bactericida y jabón, debido a que al realizar las mezclas con el agua no tienen una medida establecida.
- Llenado de garrafones: El llenado del producto es desigual en los garrafones

este problema genera descontento de los clientes.



**Figura 2.** Taladro para limpieza interior de botellones.

#### 4.3 Crear contramedidas

Las contramedidas propuestas para poder dar solución a los problemas son las siguientes:

- Reconocimiento de la labor de los empleados por mes, con el objetivo de motivarlos a seguir mejorando.
- Adquisición de una máquina cepilladora para la limpieza del interior de garrafones. Adquirir esta maquinaria disminuye el riesgo de lesión.
- Establecimiento de medidas en el uso de jabón y desinfectante bactericida.
- Hacer revisiones para detectar los trabajadores que no cumplan con utilizar el equipo de protección personal.
- Restablecer el rol de limpieza dentro del área de producción.
- Establecer líderes en los equipos de trabajo. Es importante tener un líder esto permitirá trabajar de manera más eficaz y eficiente logrando una mejor organización.

#### 4.4 Prueba de las contramedidas

Para llevar a cabo las contramedidas mencionadas anteriormente, se realizó una prueba piloto para determinar su viabilidad; en este caso al aplicar una mejora continua formada de pequeñas mejoras, las medidas planteadas si fueron viables para aplicarlas en un corto plazo. La duración de la prueba piloto fue de 4 semanas. Enseguida se enlistan las acciones realizadas:

- Con el propósito de motivar a los trabajadores, se realizó un cartel de los empleados del mes, donde se reconoció la puntualidad, la productividad y las ventas, reconociéndose el esfuerzo de los trabajadores y se buscó con esta medida que se genere algo positivo en los empleados para que sean más productivos.
- Disminución de accidentes y lesiones a través de la adquisición de una máquina cepilladora del interior de garrafones. Para adquirir este tipo de máquina se investigó el costo de ésta y se le propuso al administrador adquirirla manifestando los beneficios de utilizarla en el proceso de limpieza; para ello se necesitó un presupuesto de \$9,950.00 pesos. Se realizó esta compra.
- Se establecieron medidas en el uso de jabón y desinfectante bactericida. En este caso, en el área de enjuagado, se proporcionó una taza de 250 ml para medir el uso del desinfectante bactericida y el jabón; para preparar la mezcla para enjuagar los garrafones al interior, se usó una taza llena de 250 ml para 30 litros de agua. Cuando se prepare la jabonera para lavar el exterior del garrafón se utilizará una taza llena de jabón.
- Se hicieron revisiones a los trabajadores para detectar a quienes no cumplen con utilizar EPP. Esto es un problema muy común, se realizó un formato para verificar si cumplen con la vestimenta del EPP y al finalizar cada semana se entregó un reporte de las personas que no cumplieron a la administradora.
- Se restableció el rol de limpieza dentro del área de producción. Anteriormente se contaba con este rol, pero sin embargo debido al cambio de personal se dejó de hacer. La limpieza inicia desde las

herramientas de trabajo hasta el equipo y el mobiliario con el que se cuenta; se implementó un rol de aseo para así mantener el área limpia y brindar una buena imagen al momento de ingresar al espacio, manteniendo un ambiente de trabajo más organizado para todo el personal.

- Se establecieron líderes en los equipos de trabajo. Para designar los líderes se tomó en cuenta que la persona sea responsable, una persona de liderazgo, que inspire confianza, tiene que saber cómo se trabaja dentro de la empresa, cómo actuar al momento de que llegan las camionetas, debe de fomentar el diálogo, además que tenga autoridad con los trabajadores y llevar una relación de confianza y respeto.

Entre las funciones principales que deben de realizar los líderes, se encuentran:

- Revisar las cargas de las camionetas de cada vendedor cuando salen por primera vez para saber de cuanto es la carga que llevan; cuando regresan, revisar cuantos garrafones vienen vacíos o si tienen alguno lleno, algún botellón de garrafón vendido, si traen algún faltante, incluso si alguno salió roto para ser reemplazado.
- Organizar a todos los trabajadores para el momento en el que llegue algún camión, estén preparados para que se dividan el trabajo por igual.
- Al terminar de procesar una camioneta, verificar que los garrafones no presenten una desigualdad de llenado y que las cargas estén completas.

#### 4.5 Implementar la solución

Una vez finalizado el periodo de prueba se analizaron los resultados de las contramedidas, se reunieron a todas las personas involucradas para discutir los resultados, compararlos con los objetivos que deseaban alcanzar y determinar si han funcionado las soluciones implementadas. Si no funcionan las contramedidas propuestas se deberían ajustar o hacer algún cambio y probarlo de nuevo.

En este caso todas las medidas implementadas funcionaron y no hubo necesidad de ajustar o cambiar algo. Los resultados fueron satisfactorios y las medidas seguirán implementadas ya que si se cumplieron las expectativas por parte del personal involucrado. Así mismo se llevó a cabo una evaluación referente a medidas implementadas que se puede observar en la tabla 1; la ponderación de las respuestas es de 1 a 10, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 10 totalmente de acuerdo:

**Tabla 1. Preguntas de evaluación.**

Evaluación		
N	Pregunta	Pond
1	¿El rol de limpieza cumple con su propósito que es mantener una mejor organización dentro del área de producción?	9
2	¿La persona que se propuso para ser líder ha realizado de manera correcta sus funciones dentro de la empresa?	10
3	¿Tener un líder de equipo hace que el trabajo sea mejor o más fluido?	10
4	¿La máquina cepilladora adquirida para lavar los garrafones es eficiente?	8
5	¿Hacer revisiones ayudó a mejorar el ambiente laboral?	8
6	¿Al reconocer a alguien cada mes, en lo personal te ayudo a mejorar laboralmente?	7
7	¿Influyó positivamente en el área de trabajo que se reconociera a los trabajadores más eficientes cada mes?	8
8	¿En general considera que las mejoras implementadas ayudaron?	9

Pond= Ponderación

#### 4.6 Estandarizar

Una vez que se comprobó que las acciones implementadas dieron el resultado esperado, fue necesario realizar su estandarización, para lo cual se conservan las medidas que se han aplicado durante este tiempo con el objetivo de mantener la disciplina y cumplir con estandarizar el proceso en el área de trabajo de aplicación de este proyecto, con lo que se obtendrán grandes beneficios para la empresa y sus empleados, manteniendo cada una de las medidas de forma permanente, generando un

ambiente de trabajo seguro, agradable, ordenado y mejorado.

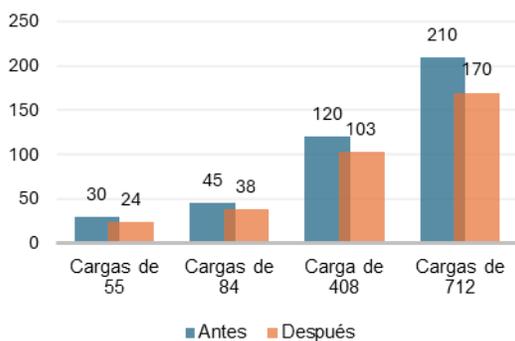
## 5. RESULTADOS

El resultado más importante es la reducción de las inasistencias, el cual se logró bajar a 4 inasistencias por semana en promedio, esto influyó en la reducción del tiempo utilizado para las diferentes cargas; la reducción fue del 56% en la inasistencia del personal. En la tabla 2, que se muestra abajo, están los tiempos de producción que se tenían antes y después de la implementación de la metodología.

**Tabla 2.** Tiempo de producción antes y después de la implementación.

N°	Cargas	Duración promedio de la producción en minutos	
		Antes	Después
1	55	30	24
2	84	45	38
3	408	120	103
4	712	210	170

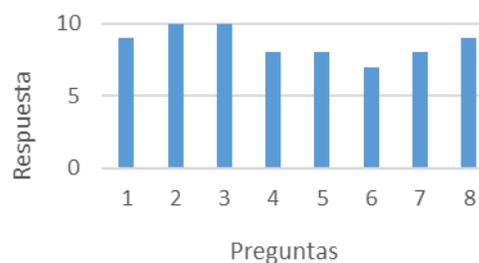
En la gráfica 1 se puede observar que se han mejorado significativamente los tiempos con la implementación de la metodología Kaizen; otro factor que influye para reducir los tiempos es la presión del agua, pero una mejora mayor en este aspecto no fue posible debido a que tendría un costo elevado, pero aun así se logró conseguir la meta de mejorar los tiempos en la producción de garrafones a un costo razonable.



**Gráfico 1.** Comparación del antes y después (en min).

Se analizaron los resultados de la encuesta, para evaluar las mejoras aplicadas en la empresa, y conocer los cambios obtenidos con

la aplicación, para lo cual se consideró una escala de calificación de la siguiente manera: 1 a 3 es mala, de 4 a 6 es regular, de 7 a 8 es buena y de 9 a 10 es excelente. La evaluación permitió obtener información sobre la situación de las mejoras aplicadas, por medio de una serie de 8 preguntas dirigidas a los trabajadores del área de producción que es donde se aplicó este proyecto de mejora. A continuación, se presenta la gráfica 2 en la que se observan los resultados de la evaluación. El promedio fue 8.6, lo cual es una calificación buena.



**Gráfico 2.** Resultados de la evaluación de los cambios.

Al realizar la aplicación de la metodología Kaizen mediante el ciclo de Deming en el área de producción, se obtuvo una evaluación final que muestra que se logró el objetivo principal, el cual fue conseguir mejoras que permitan llevar a cabo las actividades cotidianas de una manera más eficiente, habiéndose reflejado esto en el incremento de la productividad de la planta, siendo este de un 15%.

## 6. DISCUSIÓN

Considerando que la planta purificadora cuenta con un ambiente dispuesto para aplicar los conceptos de manufactura esbelta, se encontró que las relaciones entre la cultura organizacional, el aprendizaje y la transferencia de conocimiento propician la realización de eventos Kaizen; por otra parte, también impacta la cultura que ha desarrollado la planta sobre la comprensión de la necesidad de Kaizen, lo cual permitió que se llegara a muy buenos resultados en la reducción de tiempos en el trabajo cotidiano de los empleados y además se logró mejorar la productividad del personal al disminuir el ausentismo. La comprensión de que el trabajo realizado por todos unidos y haciendo cada uno lo que le corresponde de manera eficiente, les ha permitido llegar a mejorar en un porcentaje

significativo la productividad de la planta, ya que se logró reducir en un 56% la inasistencia, esto permitió cubrir la demanda en tiempo y forma, sin necesidad de tiempo extra, lo cual se reflejó en un incremento de la productividad, anteriormente era del 75% y se llegó a 90% al final del periodo de prueba.

## 7. CONCLUSIONES

La implementación de la mejora continua trae en si múltiples beneficios dentro de la empresa porque siempre se busca seguir mejorando; después de analizar los resultados obtenidos, los beneficios que se lograron con la metodología Kaizen, fueron reducir significativamente los tiempos del proceso de llenado de garrafones, motivar a los empleados para ser más productivos (se redujo la inasistencia), reducir el desperdicio de algunos materiales estandarizando las medidas de su uso, reconocer y formalizar líderes de equipo lo cual fue fundamental para que el trabajo sea más organizado y fluido, también comprar una cepilladora de garrafones ayudó a realizar un trabajo más eficiente y seguro para el trabajador en el proceso de tallado, por último, establecer un rol de limpieza para brindar un ambiente de trabajo más agradable y ordenado. Estas mejoras que se llevaron a cabo son pequeños cambios que ayudan a mejorar constantemente los procesos en el área producción, para ser más eficientes y tener un mejor rendimiento. La reducción del ausentismo en un 56% ha tenido un gran impacto porque se logró mejorar la productividad de la planta en un 15%. De los resultados de la gráfica 2 puede observarse que, en promedio, se logró un ahorro en tiempo de 17% con respecto a los tiempos que se tenían antes de la implementación del proyecto de mejora, lo cual le permite a la empresa hacer un mejor uso de sus recursos mejorando sustancialmente su producción.

Con base en los resultados que se obtuvieron con la propuesta de mejora, si se sigue llevando a cabo con esta disciplina ya sea en la misma o, otra área de la empresa se cumplirá con sus objetivos con mayor efectividad, además de mejorar la calidad de sus productos, servicios y procesos.

## 8. LITERATURA CITADA

Alvarado-Ramírez, K. & A. Pumisacho. 2017. Prácticas de Mejora Continua con Enfoque

Kaizen, en Empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Intangible Capital*, 13(2), pp. 479-497.

Achulli, C & M. Jaramillo. 2021. [Aplicación del Método Kaizen para Mejorar la Productividad de una Empresa de Rectificación de Motores. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Cesar Vallejo.](#)

Arriola-Oliveros, B., Denis-Granja, A. & Rodríguez-Dionisio, S. 2018. Evaluación Inicial de un Método para Adoptar Eventos Kaizen en el Sector de la Construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2), 173-182. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000200173>

Bizneo. 2021. [El Método Kaizen: Mejora Continuada tu Empresa.](#) <https://www.bizneo.com/blog/metodo-kaizen/>

Castillo, L. (2019). El modelo Deming (PHVA) como Estrategia Competitiva para Realzar el Potencial Administrativo. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/34875/CastilloPineda%20Lad yEsmeralda2019.pdf.pdf?sequence=1&isAll owed=y>

Chara-Pin, N., Moncayo-Vives, G. & Chara-Pin, V. 2022. Aplicación de la Filosofía Kaizen a la Administración de Microemprendimientos. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*. Vol 8, No. 2, pp. 420-434 Doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2653>

Esquivel, Á., R. León, y G. Castellanos. 2017. Mejora Continua de los Procesos de Gestión del Conocimiento en Instituciones de Educación Superior Ecuatorianas. <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v11n2/rdir05217.pdf> Citation

Laoyan, S. 2022. Método Kaizen: la Guía para la Mejora Continua en las Empresas. Asana. <https://asana.com/es/resources/continuous-improvement>.

Palacios, M. 2019. Nueva Metodología Desarrollada para la Integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000:2009 basados en la ISO 9001:2015. 3c Empresa: Investigación y Pensamiento Crítico. Volumen 8, No. 2, pp. 12-43

- Quiroa, M. 2020. Ciclo de Deming. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/ciclo-de-deming.html>
- Quiroga, M. 2021. Caracterización de Procesos y Propuesta bajo la Filosofía Kaizen para Segmac Servicios Integrales. Universidad Antonio Mariño Facultad de Ingeniería Industrial. Duitama Colombia.
- Salazar, G. 2019. Gestión de Calidad bajo el Enfoque del Ciclo de Deming en las Micro y Pequeñas Empresas en el Rubro Venta al por Menor de Productos de Calzado de la Ciudad de Huaraz. Tesis para optar por el título profesional de Licenciado en Administración, Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, Perú.
- Santillan-Valdelamar, M., Serrano-González, S., Dimas-Díaz, F. & Vega-Márquez, M. 2022. Aplicación de Eventos Kaizen para Mejorar el Control del Almacén de Munsá Molinos S.A de C.V. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), pp. 2330-2358. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i6.3684](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3684)
- Socconini, L. 2018. *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Barcelona España. Marge Books.
- Vargas-Crisóstomo, E. & Camero-Jiménez, J. 2021. Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el Incremento de la Productividad en el Área de Producción de Adhesivos Acuosos de una Empresa Manufacturera. *Redalyc.org Scielo Perú*. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>

## DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA ENCUESTA SOBRE LAS PRÁCTICAS EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

María Guadalupe Medina-Barrera & José Juan Hernández-Mora

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco, Av. Instituto Tecnológico, No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, C.P. 90491. Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, México  
[guadalupe.mb@apizaco.tecnm.mx](mailto:guadalupe.mb@apizaco.tecnm.mx), [juan.hm@apizaco.tecnm.mx](mailto:juan.hm@apizaco.tecnm.mx)

**RESUMEN.** La integración de componentes de Inteligencia Artificial (IA) es una práctica de creciente adopción para desarrollar rápidamente software innovador. Pero, el empleo de soluciones rápidas puede generar Deuda Técnica de la IA (DTIA), que puede ser muy costosa tanto, técnica como socialmente. Sin embargo, los desarrolladores de software desconocen si están incurriendo en DTIA y emplean diversas prácticas para mitigar sus efectos adversos. Para determinar áreas de oportunidad en la identificación y tratamiento de la DTIA, deben conocerse las prácticas actuales en el desarrollo de software habilitado por la IA. En este trabajo se describe el proceso de diseño y validación de la encuesta PDTIA que tiene como objetivo conocer tales prácticas. Se evaluó la claridad, coherencia y relevancia del instrumento mediante el método de juicio de expertos. La puntuación de la relevancia de PDTIA siempre fue muy buena, mientras que la metodología aplicada permitió mejorar su claridad y coherencia.

**PALABRAS CLAVE:** Deuda Técnica, Juicio de Expertos, Desarrollo de Software, Inteligencia Artificial.

**ABSTRACT.** The integration of Artificial Intelligence (AI) components is a practice of increasing adoption to rapidly develop innovative software. But quick fixes can lead to AI Technical Debt (AITD), which can be very costly, both technically and socially. However, software developers are unaware of whether they are incurring AITD and apply several practices to mitigate its adverse effects. To determine areas of opportunity around the identification and treatment of AITD, current practices in AI-enabled software development must be known. This paper describes the process of designing and validating the PDTIA survey, which aims to understand such practices. The clarity, coherence and relevance of PDTIA were evaluated using the expert judgment method. The relevance score was always quite good, while the methodology applied improved clarity and coherence.

**KEY WORDS:** Technical Debt, Experts Judgement, Software Development, Artificial Intelligence.

### 1. INTRODUCCIÓN

La creciente oferta de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) está facilitando la creación de productos de software innovadores con significativa rapidez y simplicidad. Para aprovechar estas ventajas, los desarrolladores de software integran componentes de IA en sus aplicaciones adoptando diversas prácticas; sin embargo, el empleo de soluciones rápidas en el proceso de Desarrollo de Software (DS) podría generar Deuda Técnica (DT).

La metáfora de la DT fue presentada por Ward Cunningham en 1992. La DT se considera un indicador de la calidad del software y representa el esfuerzo extra que debe invertirse para corregir los problemas causados por la adopción de soluciones rápidas para conseguir

entregas prontas a menor costo. Particularmente, la Deuda Técnica de la Inteligencia Artificial (DTIA) tiene la peculiaridad de ser silenciosa (Sculley *et al.*, 2015; Bogner, Verdecchia & Gerostathopoulos, 2021), por lo que podría pasar inadvertida y si se detecta tardíamente podría aumentar considerablemente los costos para mitigar sus efectos. Peor aún, los riesgos éticos y de vulneración al bien social se han hecho presentes en diversas aplicaciones que emplean IA (Chen, 2023; Bogen, 2019; Obermeyer *et al.*, 2019). Por ello, los desarrolladores deben verificar si existe DT oculta en los sistemas habilitados por la IA y emplear buenas prácticas de DS que les permitan gestionar la DTIA; sin embargo, Liu *et al.*, (2020) exponen que, aunque los desarrolladores de conjuntos de herramientas

de IA son conscientes de la DTIA, los desarrolladores de software la desconocen. No obstante, la gran variedad en que puede encontrarse durante las distintas fases del DS; por ejemplo, desde los requerimientos, el modelado, el código, hasta en los algoritmos (Simon, Vidoni & Fard, 2023; Melo *et al.*, 2022; Bogner, Verdecchia & Gerostathopoulos, 2021). Por lo anterior, es necesario conocer cuáles son las prácticas en el DS que generan DTIA, así como las que se emplean para mitigar sus efectos. Esto permitirá identificar las áreas de oportunidad en la formación de los profesionales en las áreas de DS e IA, en cuanto a los conocimientos y habilidades que deben adquirir para identificar y tratar la DTIA con oportunidad.

En aportación a esto, se elaboró una encuesta dirigida a egresados de instituciones educativas, así como a practicantes en tareas concernientes al DS habilitado por la IA. El objetivo de la encuesta es conocer sus prácticas, particularmente las que tienen que ver con la generación, identificación y tratamiento de la DTIA. Sobre estas últimas, la encuesta indaga sobre cómo se mitigan los problemas generados por la DTIA, no solo los relacionados con la calidad, sino también con la responsabilidad social. En este sentido, la encuesta resulta novedosa abarcando aspectos tanto técnicos, como sociales, lo que apoyará el descubrimiento de áreas de mejora en el DS basado en IA con un enfoque socio-técnico. En este documento se describe el proceso que se siguió para el diseño y validación del instrumento. En la sección 2 se detalla la metodología que se siguió. Se aborda lo reportado por la literatura relativo a las prácticas y anti-patronos de la DTIA, así como sus repercusiones en la seguridad, calidad y mantenibilidad de los sistemas. También, se describe el proceso para su diseño, validación e implementación de una prueba piloto. En la sección 3 se exponen los resultados y en la sección 4 los trabajos futuros de la investigación.

## 2. METODOLOGÍA

Para el diseño y validación de la encuesta sobre las prácticas en la generación, identificación y tratamiento de la Deuda Técnica de la IA (PDTIA), se siguió el proceso que se muestra en la figura 1. Este proceso consiste de cinco pasos: 1) Revisión de las

prácticas que generan DTIA y su impacto socio-técnico, 2) Revisión de las prácticas de tratamiento de la DTIA, 3) Diseño de la encuesta, 4) Validación de la encuesta, 5) Prueba piloto.



**Figura 1.** Metodología de diseño y validación de la encuesta PDTIA.

### 2.1. Prácticas que generan DTIA y su impacto socio-técnico

La DT se genera debido a la ausencia de buenas prácticas y procedimientos estandarizados. Así, emergen diversos antipatronos que generan DTIA como los explorados por Sculley *et al.*, (2015):

- *Glue Code*: Escritura de código para introducir o sacar datos de paquetes genéricos.
- *Pipeline Jungles*: Arrastrar, unir y muestrear datos para añadirlos desde varias fuentes.
- *Dead Experimental Codepaths*: Inserción de código y rutas de código acumuladas.
- *Abstraction Debt*: Falta de abstracciones sólidas y estándares.
- *Common Smells*: Malos olores, como: datos antiguos, múltiples lenguajes de programación, prototipos que dificultan la escalabilidad y su implementación a gran escala en el mundo real.

La aparición de los antipatronos *Glue Code*, *Pipeline Jungles* y *Dead Experimental Codepaths*, puede llegar a ser muy costosa para cualquier proyecto de software. Por ejemplo, la escritura de código de paquetes genéricos implica emplear grandes cantidades de esfuerzo puesto que limpiar las soluciones suele hacerse en etapas avanzadas del DS

(Yang *et al.*, 2021); en cuanto a incorporar datos desde distintas fuentes requiere de un plan extenso y agudo de pruebas de integración (Sculley *et al.*, 2015). Referente a las rutas de código experimentales incrementan dramáticamente la complejidad algorítmica, generando deficiencias que sumadas con las de abstracción y modelado pueden afectar severamente la precisión (Bogner, Verdecchia & Gerostathopoulos, 2021). De tal forma que, estos antipatrones son problemáticos para la integridad, la precisión y la mantenibilidad de los sistemas basados en IA.

Sobre los olores comunes, Foidl, Felderer & Ramler (2022) estudiaron los olores de datos – *data smells* - en sistemas basados en IA y los categorizaron por las problemáticas que ocasionan en credibilidad, comprensión y consistencia. Además, exponen las consecuencias de no detectarlos, tales como inferencias erróneas de datos, procesamiento incorrecto y fallas en la funcionalidad de sistemas basados en IA, así como la generación de conocimiento incorrecto y problemas en la mantenibilidad a largo plazo. También, describen cómo los olores de datos han impactado negativamente en sistemas y proyectos de software en el área de la salud. En otros olores, Zang, Cruz & Deursen (2022) identificaron 22 olores de código - *code smells* - en sistemas de aprendizaje automático y proponen que los estudiantes deben aprender sobre estos antipatrones comunes en el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje máquina.

En cuanto al impacto socio-técnico de la DTIA, están las afectaciones a la calidad de los sistemas, así como la vulneración al bien social. En el aspecto técnico, Recupito *et al.*, (2023) indagaron sobre los problemas derivados de la integración de componentes de IA, tales como: la propensión a defectos, la dificultad de mantenibilidad y evolución, su desempeño, la creación de dependencias y el acoplamiento de las aplicaciones. En lo relativo al impacto social, algunos estudios han revelado la importancia de tomar en cuenta a las personas tanto en lo individual y como actores sociales en el diseño, implementación y uso de los sistemas basados en IA (Felstead, Stockdale & Scheepers, 2023). Por su parte, Floridi *et al.*, (2020) integraron un conjunto de buenas prácticas que permiten preservar los

principios éticos como evitar las malas intenciones, respetar la autonomía, la explicabilidad y la justicia.

## 2.2. Prácticas de tratamiento de la DTIA

Sobre cómo se identifica y mitiga la DTIA, Recupito *et al.*, (2023) encontraron que los desarrolladores suelen realizar revisiones manuales y refactorización, aunque cuentan con poco apoyo organizacional. También, entre las prácticas de mitigación están los detectores de olores en datos, en código y en algoritmos (Simon, Vidoni & Fard, 2023; Foidl, Felderer & Ramler, 2022; Zhang, Cruz & Deursen, 2022; Shome, Cruz & Deursen, 2022), los que suelen ser muy útiles en etapas tempranas del DS. Adicionalmente, los desarrolladores aplican diversas prácticas de Ingeniería de Software (IS) para el tratamiento de la DTIA. Al respecto, Serban *et al.* (2024) integró un catálogo de prácticas de IS, resaltando las que contribuyen a construir software basado en la IA confiable; entre las que figuran como las más empleadas están: decidir en equipo cómo remediar los problemas, establecer valores de IA responsable e informar a los usuarios sobre el uso de aprendizaje máquina.

No obstante, se advierten diversas cuestiones que agudizan el problema del tratamiento de la DTIA. Igualmente, Liu *et al.*, (2020) exponen que, aunque los desarrolladores de conjuntos de herramientas de IA son conscientes de la DTIA, los desarrolladores de software la desconocen. Mas aún, Yang *et al.*, (2021) encontraron que usualmente los desarrolladores de software identifican manualmente las suposiciones que hacen los desarrolladores de IA. Además, se advierte sobre dificultad para eliminar con prontitud tales suposiciones cuando se escribe el código, llevando a la necesidad de tener que gestionarlas más adelante. En contraste, Liu *et al.* (2021) encontraron que la DT de requerimientos y de diseño son las que más se eliminan por los propios desarrolladores de software, aunque esto sucede a través de acuerdos sub-óptimos y de confrontación.

## 2.3. Diseño de la encuesta

La encuesta PDTIA se diseñó con base en las aportaciones de Recupito *et al.*, (2023), Floridi *et al.*, (2020), y Serban *et al.*, (2024). La encuesta PDTIA contiene un total de 90 preguntas, de las cuales 18 forman parte de su

estructura principal (ver Anexo1) y 72 están agrupadas en 8 subconjuntos de 9 preguntas que deberán ser respondidas para cada pregunta de la 7 a la 14 de la estructura principal (ver Anexo 2). Ahora bien, la estructura principal está diseñada en siete secciones:

1. Objetivo e indicaciones
2. Formación y experiencia de los encuestados
3. Prácticas en el entrenamiento, validación y gestión de modelos
4. Prácticas en los procesos de desarrollo y generación de código
5. Prácticas en torno a la calidad y gestión de los datos
6. Prácticas en torno al diseño y la arquitectura
7. Prácticas para identificar y mitigar las distintas problemáticas.

La primera sección presenta el objetivo de la encuesta PDTIA por lo que no contiene preguntas. La segunda sección plantea 6 preguntas de opción múltiple relacionadas con la formación y experiencia de los encuestados. Para las secciones tres a seis, se redactaron ocho viñetas (Martin, 2006) para describir situaciones o eventos alusivos al tipo de práctica en cuestión (ver Anexo 3). Esto permite poner al encuestado en una situación hipotética sobre la cual pueda dar su opinión respecto de la frecuencia con que puede presentarse esa situación y qué tan problemática podría ser. Así, cada una de las preguntas de la 7 a la 14 de la estructura principal, así como sus subconjuntos correspondientes de preguntas, están basadas en estas situaciones y se utiliza una escala de Likert de 5 niveles para responderlas. Para la sección siete, se redactaron cuatro conjuntos de prácticas (ver Anexo 4):

- Prácticas enfocadas a la agilidad y al equipo.
- Prácticas enfocadas a la calidad y al mantenimiento.
- Prácticas enfocadas a la trazabilidad y a la reproducibilidad.
- Prácticas enfocadas a la responsabilidad social.

Para cada conjunto, el encuestado debe indicar el grado en que aplica tales prácticas, por lo que las preguntas de la 15 a la 18 de la

estructura principal se responden también en una escala de Likert de 5 niveles.

#### 2.4. Validación de la encuesta

La validación de la encuesta se realizó por el método de juicio de expertos. Para esto, se integró un conjunto de expertos en las áreas de desarrollo de software, sistemas, diseño y ciencias computacionales. El número de expertos es de siete y todos cuentan con formación a nivel posgrado. Así mismo, dos expertos cuentan con experiencia en la industria y cinco en la academia.

Los expertos evaluaron tanto las ocho viñetas en las secciones tres a seis de la encuesta, así como los cuatro conjuntos de prácticas de la sección siete. Entonces, se evaluaron los siguientes ocho elementos: *Modelos1, Modelos2, Modelos3, Datos1, Código1, Código2, Diseño1, Diseño2, Diseño3, Agilidad-Equipo, Calidad-Mantenimiento, Trazabilidad-Reproducibilidad, Responsabilidad-Social*. Para esto, se solicitó a cada experto que evaluara la claridad, la coherencia y la relevancia de cada elemento, mediante un instrumento dicotómico con valores de “sí” o “no” como posibles respuestas. Las puntuaciones que dieron los expertos se utilizaron para medir la confiabilidad y validez de la encuesta. La confiabilidad se midió a partir de su consistencia interna para verificar la homogeneidad de los elementos que miden un mismo tipo de práctica (García de Yébenes Prous, Rodríguez Salvanés & Carmona Ortells, 2009). Para calcular la consistencia interna se empleó la Ecuación 1 de Kuder-Richardson KR-20 que se utiliza específicamente para escalas dicotómicas (Campo-Arias & Oviedo, 2008).

$$KR - 20 = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_i^k p_i q_i}{\sigma^2} \right) \quad (1)$$

Donde:

- $k$  número de preguntas en la encuesta
- $p_i$  porcentaje respuestas de afirmación a la pregunta  $i$
- $q_i$  porcentaje respuestas de negación a la pregunta  $i$
- $\sigma^2$  varianza total de todas las respuestas

En cuanto a la validez se midieron tanto la de contenido, como la de criterio. Mientras, que la validez de contenido permite corroborar que cada elemento es adecuado para el problema

que se quiere medir, por su parte, la validez de criterio refleja la teoría subyacente en el concepto que se quiere medir (García de Yébenes Prous, Rodríguez Salvanes & Carmona Ortells, 2009). Para la validez de contenido se utilizó la Ecuación 2 para calcular el coeficiente de validez VC de Aiken (Escurra, 1998).

$$VC = \frac{\sum_j^n s_j}{n(c-1)} \quad (2)$$

Donde:

- $n$  número de jueces
- $s_j$  valor asignado por el juez  $j$
- $c$  tamaño de la escala de calificación (para escalas dicotómicas  $c = 2$ )

Finalmente, se calculó la validez de criterio con la Ecuación 3. Esto, para obtener el coeficiente de correlación  $r$  de Pearson (Dagnino, 2014) entre el grupo de expertos con experiencia en la academia, con respecto a los que tienen experiencia en la industria.

$$r = \frac{\sum_i^v (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i^v (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad (3)$$

Donde:

- $v$  número de variables a correlacionar
- $x_i$  valores de la variable  $i$  en el grupo con experiencia en la academia
- $y_i$  valores de la variable  $i$  en el grupo con experiencia en la industria
- $\bar{x}$  valor medio de  $x$
- $\bar{y}$  valor medio de  $y$
- $\sigma^2$  varianza total de todas las respuestas

Considerando lo anterior, el proceso de evaluación se realizó en las siguientes tres etapas:

- Primera evaluación. Aplicación de instrumento dicotómico.
- Mejora del instrumento. Solicitud a los evaluadores de sugerencias de mejora para los elementos con índices no aceptables de confiabilidad y validez.
- Segunda evaluación. Aplicación de instrumento dicotómico.

### 2.5. Prueba piloto

Posterior a la validación de la encuesta PDTIA, se aplicó la misma a un grupo de veinte personas, compuesto por diez estudiantes de ingeniería en tecnologías de la información, cinco estudiantes de posgrado en sistemas

computacionales, tres docentes de posgrado con áreas de trabajo en DS e IA, así como dos profesionales dedicados al DS en la industria. Tanto los profesionales como los docentes cuentan con experiencia superior a los diez años. Para esta prueba piloto, se utilizó una plataforma electrónica de uso libre. La prueba transcurrió sin contratiempos y la encuesta pudo ser contestada completamente.

### 3. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados para cada etapa del proceso de evaluación de la encuesta.

- **Primera evaluación.** La encuesta PDTIA obtuvo puntuaciones pobres, regulares y sin correlación en cuanto a su claridad, así como puntuaciones pobres y regulares en cuanto a su coherencia. Ahora bien, su característica de relevancia fue buena, aceptable y altamente correlacionada desde esta primera evaluación. Ver resultados en la tabla 1.
- **Mejora del instrumento.** Se solicitó a los expertos sugerencias de mejora para los elementos con índices no aceptables de validez, donde la encuesta se calificó como pobre, regular o sin correlación. Ver resultados en las tablas 1, 2 y 3.
- **Segunda evaluación.** La encuesta PDTIA obtuvo puntuaciones aceptables, buenas y altamente correlacionadas en cuanto a su claridad, coherencia y relevancia. Ver resultados en la tabla 4.

No obstante que, desde la primera evaluación, la encuesta fue evaluada como coherente y relevante al correlacionar la validez de criterio entre los expertos de la academia con los de la industria; en claridad requirió ser mejorada. Ahora bien, la consistencia interna de los elementos evaluados pasó de pobre a aceptable en claridad y coherencia, con valores de 0.69 a 0.77 y de 0.69 a 0.70, correspondientemente. De la misma manera, el criterio de validez de contenido pasó de regular a bueno, también en claridad y coherencia, con valores de 0.79 a 0.85 y de 0.75 a 0.80, correspondientemente. Esto significa que existe la seguridad de que cada uno de los elementos de la encuesta medirá el constructo para el que fueron diseñados; además de que son objetivos y tienen representados los componentes de su

dominio de contenido particular. Así, los encuestados que concuerden en un constructo otorgarán respuestas muy cercanas entre sí, mientras que los que difieran darán valoraciones lejanas o incluso opuestas. Al finalizar el proceso de validación de la encuesta PDTIA, se incrementó la coincidencia y correlación en las puntuaciones de los expertos. En la figura 2 puede verse la diferencia de sus evaluaciones, entre la primera (inciso a) y segunda evaluación (inciso b). Los tiros promedio representan la evaluación general que los expertos dieron a la encuesta considerando su claridad, coherencia y relevancia. Así, las puntuaciones de la segunda evaluación son menos dispersas respecto de la primera evaluación.

**Tabla 1.** Primera evaluación de la encuesta PDTIA.

Criterio	Claridad	
Consistencia interna (KR-20)	0.69	Pobre
Validez de contenido (VC)	0.79	Regular
Validez de criterio (Pearson r)	0.06	Sin correlación
Criterio	Coherencia	
Consistencia interna (KR-20)	0.69	Pobre
Validez de contenido (VC)	0.75	Regular
Validez de criterio (Pearson r)	0.55	Alta correlación
Criterio	Relevancia	
Consistencia interna (KR-20)	0.76	Aceptable
Validez de contenido (VC)	0.88	Buena
Validez de criterio (Pearson r)	0.82	Muy alta correlación

**Tabla 2.** Validez de contenido por elemento: VC primera evaluación.

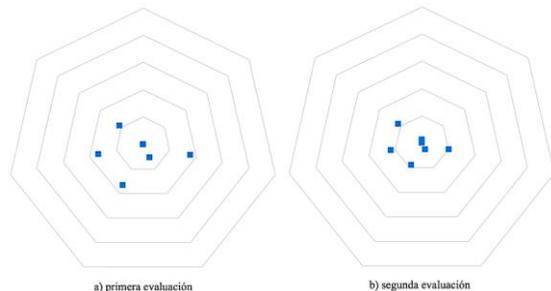
Elemento	Claridad	Coherencia	Relevancia
Modelos1	0.86	0.86	0.86
Modelos2	0.71	0.57	1.00
Modelos3	1.00	0.71	0.86
Código1	0.43	0.43	0.71
Datos1	0.71	0.71	0.86
Datos2	1.00	0.86	0.71
Diseño1	0.86	0.86	1.00
Diseño2	0.86	0.86	0.71
Agilidad-Equipo	0.86	1.00	0.86
Calidad-Mantenimiento	0.57	0.57	1.00
Trazabilidad-Reproducibilidad	0.86	0.71	1.00
Responsabilidad-Social	0.71	0.86	1.00

**Tabla 3.** Validez de contenido por elemento: VC segunda evaluación.

Elemento	Claridad	Coherencia	Relevancia
Modelos1	0.86	0.86	0.86
Modelos2	0.71	0.57	1.00
Modelos3	1.00	0.71	0.86
Código1	0.43	0.43	0.71
Datos1	0.71	0.71	0.86
Datos2	1.00	0.86	0.71
Diseño1	0.86	0.86	1.00
Diseño2	0.86	0.86	0.71
Agilidad-Equipo	0.86	1.00	0.86
Calidad-Mantenimiento	0.57	0.57	1.00
Trazabilidad-Reproducibilidad	0.86	0.71	1.00
Responsabilidad-Social	0.71	0.86	1.00

**Tabla 4.** Segunda evaluación de la encuesta PDTIA.

Criterio	Claridad	
Consistencia interna (KR-20)	0.77	Aceptable
Validez de contenido (VC)	0.85	Buena
Validez de criterio (Pearson r)	0.11	Correlacionado
Criterio	Coherencia	
Consistencia interna (KR-20)	0.70	Aceptable
Validez de contenido (VC)	0.80	Buena
Validez de criterio (Pearson r)	0.61	Alta correlación
Criterio	Relevancia	
Consistencia interna (KR-20)	0.76	Aceptable
Validez de contenido (VC)	0.88	Buena
Validez de criterio (Pearson r)	0.82	Muy alta correlación



**Figura 2.** Tiros promedio de cada experto.

#### 4. DISCUSIÓN

El tamaño reducido de la muestra en la prueba piloto podría limitar la capacidad de generalización de los resultados a la población objetivo de este estudio. Para abordar esta cuestión, se buscó que la muestra fuera representativa, abarcando perfiles variados en diferentes áreas y niveles de conocimiento. Cabe destacar que el público principal de los participantes en la encuesta eran estudiantes de posgrado y/o practicantes del nivel

universitario, aclarando que se aseguró que no tuvieran dificultades para responder. Aunque nadie necesitó ayuda durante la prueba, todos señalaron que encontraron el contenido muy técnico y que prestaron especial atención a cada pregunta. Esto podría deberse a que el tema de la Deuda Técnica de la Inteligencia Artificial les resulta poco familiar en la mayoría de los desarrolladores de software.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se diseñó y validó una encuesta para conocer las prácticas en el desarrollo de software basado en la IA, particularmente las que tienen que ver con la generación, identificación y tratamiento de la DTIA. El proceso de validación permitió identificar elementos carentes de claridad, coherencia y/o relevancia en la encuesta.

Principalmente, se detectaron anomalías en la claridad y la coherencia de al menos tres elementos. Las sugerencias de mejora de los jueces permitieron homogeneizar los conceptos y teorías subyacentes de estos elementos. Así mismo, se identificó que estas sugerencias también mejoran la claridad y coherencia de otros dos elementos de la encuesta. Finalmente, se logró que la encuesta PDTIA fuera calificada como buena, aceptable y correlacionada en cuanto a su claridad, coherencia y relevancia. Esta encuesta se pretende aplicar a estudiantes de últimos semestres y egresados de instituciones educativas a nivel superior y posgrado, así como practicantes de la IS e IA. Las respuestas recolectadas permitirán identificar las áreas de oportunidad en la formación de ingenieros en las áreas de software e inteligencia artificial. Como otro trabajo futuro, puede contribuirse en la elaboración de guías o estándares que incorporen las buenas prácticas que se detecten como exitosas en la gestión de la DTIA y sus implicaciones socio-técnicas.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al TecNM/Instituto Tecnológico de Apizaco, por el apoyo otorgado al proyecto de investigación del que forma parte este trabajo.

## 7. LITERATURA CITADA

- Bogen, M. (2019). All the Ways Hiring Algorithms Can Introduce Bias. *Harvard Business Review*, Mayo, 2019.
- Bogner, J., Verdecchia, R., & Gerostathopoulos, I. (2021). Characterizing Technical Debt and Antipatterns in AI-Based Systems: A Systematic Mapping Study. En *2021 IEEE/ACM International Conference on Technical Debt (TechDebt)*, pp. 64-73. doi: 10.1109/TechDebt52882.2021.00016
- Campo-Arias, A., & Oviedo, H.C. (2008). Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna. *Revista de salud pública*, 10(5), 831-839.
- Chen, Z. (2023). Ethics and discrimination in artificial intelligence-enabled recruitment practices. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 567. doi: 10.1057/s41599-023-02079-x
- Dagnino S., J. (2014). Correlación. *Revista Chil Anest*, 43, 150-143.
- Escurre M, L.M. (1998). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de psicología*, 6(1-2). doi: 10.18800/psico.198801-02.008
- Felstead, C., Stockdale, R., & Scheepers, H. (2023). A dignity perspective on the potential harm of AI technologies: The case of Robodebt. *ACIS 2023 Proceedings*, 100. <https://aisel.aisnet.org/acis2023/100>
- Floridi, L., Cows, J., King, T.C., & Taddeo, M. (2020). How to Design AI for Social Good: Seven Essential Factors. *Science and Engineering Ethics*, 26, 1771-1796. doi: 10.1007/s11948-020-00213-5
- Foidl, H., Felderer, M., & Ramler, R. (2022). Data Smells: Categories, Causes and Consequences, and Detection of Suspicious Data in AI-based Systems. En *2022 IEEE/ACM 1st International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN)*, Pittsburgh, PA, USA, 2022, pp. 229-239. doi: 10.1145/3522664.3528590
- García de Yébenes Prous, M.J., Rodríguez Salvanés, F., & Carmona Ortells, L. (2009). Validación de cuestionarios. *Reumatología Clínica*, 5(4), 171-177. doi: 10.1016/j.reuma.2008.09.007

- Liu, J., Huang, Q., Xia, X., Shihab, E., Lo, D., & Li, S. (2020). Is Using Deep Learning Frameworks Free? Characterizing Technical Debt in Deep Learning Frameworks. En *2020 IEEE/ACM 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Society (ICSE-SEIS)*, Seoul, Korea (South), 2020, pp. 1-10. doi: [10.1145/3377815.3381377](https://doi.org/10.1145/3377815.3381377)
- Liu, J., Huang, Q., Xia, X., Shihab, E., Lo, D., & Li, S. (2021). An exploratory study on the introduction and removal of different types of technical debt in deep learning frameworks. *Empirical Software Engineering* 26(16). doi: [10.1007/s10664-020-09917-5](https://doi.org/10.1007/s10664-020-09917-5)
- Martin, E. (2006). Vignettes and Respondent Debriefings for Questionnaire Design and Evaluation. Research Report Series: Survey Methodology #2006-8, U.S. Bureau of the Census.
- Melo, A., Fagundes, R., Lenarduzzi, V., & Barbosa Santos, W. (2022). Identification and measurement of Requirements Technical Debt in software development: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 194. doi: [10.1016/j.jss.2022.111483](https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111483)
- Recupito, G., Pecorelli, F., Catolino, G., Lenarduzzi, V., Taibi, D., Di Nucci, D., & Palomba, F. (2023). *Code and Architectural Debt in Artificial Intelligence-Enabled Systems: On the Prevalence, Severity, Impact, and Management Strategies*. SSRN. doi: [10.2139/ssrn.4598448](https://doi.org/10.2139/ssrn.4598448)
- Sculley, D., Holt, G., Golovin, D., Davydov, E., Phillips, T., Ebner, D., Chaudhary, V., Young, M., Crespo, J.-F., & Dennison, D. (2015). Hidden Technical Debt in Machine Learning Systems. En *NIPS'15: Proceedings of the 28th International Conference on Neural Information Processing Systems*, 2, Montreal, Canadá, 2015, pp. 2503-2511.
- Serban, A., Blom, K., Hoos, H., & Visser, J. (2024). Software engineering practices for machine learning — Adoption, effects, and team assessment. *Journal of Systems and Software*, 209, 111907. doi: [10.1016/j.jss.2023.111907](https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111907)
- Shome, A., Cruz, L., & Deursen, A. (2022). Data Smells in Public Datasets. En *2022 IEEE/ACM 1st International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN)*, Pittsburgh, PA, USA, 2022, pp. 205-216. doi: [10.1145/3522664.3528621](https://doi.org/10.1145/3522664.3528621).
- Simon, E. I.-O., Vidoni, M., & Fard, F. H. (2023). Algorithm Debt: Challenges and Future Paths. En *2023 IEEE/ACM 2nd International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN)*, Melbourne, Australia, 2023, pp. 90-91, doi: [10.1109/CAIN58948.2023.00020](https://doi.org/10.1109/CAIN58948.2023.00020)
- Yang, C., Liang, P., Fu, L., & Zengyang, L. (2021). Self-Claimed Assumptions in Deep Learning Frameworks: An Exploratory Study. En *Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE 2021)*, June 21– 23, 2021, Trondheim, Norway. ACM, New York, NY, USA, 10 pp. doi: [10.1145/3463274.3463333](https://doi.org/10.1145/3463274.3463333)
- Zhang, H., Cruz, L., & and Deursen, A. (2022). Code Smells for Machine Learning Applications. En *2022 IEEE/ACM 1st International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN)*, Pittsburgh, PA, USA, 2022 pp. 217-228. doi: [10.1145/3522664.3528620](https://doi.org/10.1145/3522664.3528620)
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453. doi: [10.1126/science.aax2342](https://doi.org/10.1126/science.aax2342)

**ANEXO 1. Encuesta PDTIA.**

<b>Prácticas en el Desarrollo de Software basado en Inteligencia Artificial</b>												
<b>Objetivo e Indicaciones</b>												
La presente encuesta tiene como objetivo conocer las prácticas empleadas en el desarrollo de software basado en IA, particularmente las que tienen que ver con la generación, identificación y tratamiento de la Deuda Técnica de la IA. Las respuestas recabadas serán utilizadas para propósitos de investigación.												
Indicaciones: Seleccione su respuesta de acuerdo con la escala que se solicite.												
<b>Formación y experiencia</b>												
¿Cuál es tu nivel máximo de formación académica?	<input type="checkbox"/>	Técnico	<input type="checkbox"/>	Especialista	<input type="checkbox"/>	Licenciatura	<input type="checkbox"/>	Maestría	<input type="checkbox"/>	Doctorado		
¿Dónde lo obtuviste?	<input type="checkbox"/>	México	<input type="checkbox"/>	Otro								
¿Cuál es el rol principal en que te desempeñas laboralmente?	<input type="checkbox"/>	Desarrollador de software	<input type="checkbox"/>	Tester	<input type="checkbox"/>	Ing. en aprendizaje máquina	<input type="checkbox"/>	Ing. o arquitecto de datos	<input type="checkbox"/>	Gestor de proy / arquitecto de softw	<input type="checkbox"/>	Otro
¿Cuántos años de experiencia tienes desempeñando este rol?	<input type="checkbox"/>	menos de 1	<input type="checkbox"/>	1 a 2	<input type="checkbox"/>	3 a 5	<input type="checkbox"/>	6 a 9	<input type="checkbox"/>	más de 10		
¿Cuál es tu nivel de conocimientos en Ingeniería de Software?	<input type="checkbox"/>	básico	<input type="checkbox"/>	principiante	<input type="checkbox"/>	intermedio	<input type="checkbox"/>	avanzado	<input type="checkbox"/>	experto		
¿Cuál es tu nivel de conocimientos en Inteligencia Artificial?	<input type="checkbox"/>	básico	<input type="checkbox"/>	principiante	<input type="checkbox"/>	intermedio	<input type="checkbox"/>	avanzado	<input type="checkbox"/>	experto		
<b>Prácticas en el entrenamiento, validación y gestión de modelos</b>												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Modelos1</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Modelos2</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Modelos3</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
<b>Prácticas en los procesos de desarrollo y generación de código</b>												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Código1</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
<b>Prácticas en torno a la calidad y gestión de datos</b>												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Datos1</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Datos2</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
<b>Prácticas en torno al diseño y arquitectura</b>												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Diseño1</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
¿Con qué frecuencia te has encontrado con la siguiente situación?	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>	rara vez	<input type="checkbox"/>	algunas veces	<input type="checkbox"/>	frecuente	<input type="checkbox"/>	muy frecuente		
<i>Viñeta Diseño2</i>												
¿Qué tan problemática puede ser la situación anterior para el producto y su uso? (anexo1)												
<b>Prácticas para identificar y mitigar las distintas problemáticas</b>												
¿En qué grado aplicas las siguientes prácticas enfocadas a la agilidad y al equipo?												
<i>Conjunto Agilidad-Equipo</i>	<input type="checkbox"/>	casi nada	<input type="checkbox"/>	parcialmente	<input type="checkbox"/>	mayormente	<input type="checkbox"/>	completamente	<input type="checkbox"/>	intensivamente		
¿En qué grado aplicas las siguientes prácticas enfocadas a la calidad y al mantenimiento?												
<i>Conjunto Calidad-Mantenimiento</i>	<input type="checkbox"/>	casi nada	<input type="checkbox"/>	parcialmente	<input type="checkbox"/>	mayormente	<input type="checkbox"/>	completamente	<input type="checkbox"/>	intensivamente		
¿En qué grado aplicas las siguientes prácticas enfocadas a la trazabilidad y a la reproducibilidad?												
<i>Conjunto Trazabilidad-Reproducibilidad</i>	<input type="checkbox"/>	casi nada	<input type="checkbox"/>	parcialmente	<input type="checkbox"/>	mayormente	<input type="checkbox"/>	completamente	<input type="checkbox"/>	intensivamente		
¿En qué grado aplicas las siguientes prácticas enfocadas a la responsabilidad social?												
<i>Conjunto Responsabilidad-Social</i>	<input type="checkbox"/>	casi nada	<input type="checkbox"/>	parcialmente	<input type="checkbox"/>	mayormente	<input type="checkbox"/>	completamente	<input type="checkbox"/>	intensivamente		

**ANEXO 2. Evaluación del impacto socio-técnico para la encuesta PDTIA.**

Problemáticas		Escala de valoración			
Tiende a tener defectos	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Incrementa la complejidad del modelo	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Crea dependencias	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Dificulta la mantenibilidad	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Incrementa costos y esfuerzo	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Produce resultados incorrectos	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Produce resultados sin sentido	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Produce sesgos y/o exclusiones	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo
Vulnera la privacidad de datos	<input type="checkbox"/> nada	<input type="checkbox"/> poco	<input type="checkbox"/> regular	<input type="checkbox"/> mucho	<input type="checkbox"/> en extremo

**ANEXO 3. Viñetas para secciones tres a seis de la encuesta PDTIA.**

Identificador	Viñeta
<i>Modelos1</i>	<i>"Para el entrenamiento del modelo que se está desarrollando, se reutilizan algoritmos supervisados estándar de paquetes genéricos de IA. De entre ellos y sin analizar su funcionamiento, se selecciona un algoritmo que maximiza resultados para utilizarlos como datos de entrenamiento del modelo en iteraciones subsecuentes."</i>
<i>Modelos2</i>	<i>"Se está construyendo un ensamble de algoritmos de aprendizaje de IA. Para mejorar la precisión del sistema se realizan pruebas individuales, se agregan, eliminan y cambian las distribuciones de valores de las características, se ajustan hiper-parámetros, configuraciones y umbrales."</i>
<i>Modelos3</i>	<i>"Se desarrolla un sistema para decidir a qué clientes se les puede otorgar diversos servicios. Para entrenar el modelo se utiliza una fuente estática de datos de un grupo selecto de clientes. En la puesta en uso del modelo, otro grupo interno de desarrolladores utilizan datos provistos en tiempo real por medio de APIs con las que interactúan gran variedad de clientes."</i>
<i>Código1</i>	<i>"En la búsqueda de soluciones innovadoras se analizan diferentes alternativas de código experimental en repositorios de código abierto de IA. Algunas de estas soluciones se implementan como ramas condicionales dentro de la rama principal del proyecto en el que colaboras; o bien, se combinan de diversas fuentes sin analizar la cohesión entre ellas."</i>
<i>Datos1</i>	<i>"El sistema que desarrollas requiere alimentarse con datos producidos por varios sistemas externos basados en IA, cuyos esquemas de actualización de datos se desconocen. Para acelerar el desarrollo se toma la decisión de consumirlos todos."</i>
<i>Datos2</i>	<i>"Se está realizando la transición a un sistema de información que ha evolucionado a una nueva versión basada en la IA. Para acelerar la puesta en marcha, se migra toda la base de datos del sistema anterior, sin verificar la calidad y esquema de descripción de los datos."</i>
<i>Diseño1</i>	<i>"El equipo ha construido un modelo para una aplicación en desarrollo. A unos pocos días de la entrega al cliente, el equipo detecta que el modelo no contempla un caso particular. Para cumplir con los plazos, se reutiliza un modelo robusto completo de un paquete de IA, el cual considera el caso no cubierto por el modelo anterior, se ajusta y se integra a la aplicación."</i>
<i>Diseño2</i>	<i>"Se requiere leer y escribir datos desde y hacia varias APIs, para lo cual el equipo de desarrollo decide escribir código de soporte reutilizando componentes de varios paquetes genéricos de IA, sin analizar la cohesión entre ellos."</i>

**ANEXO 4. Conjuntos de prácticas para la sección siete de la encuesta PDTIA.**

Conjunto	Prácticas
<i>Agilidad-Equipo</i>	<i>"Objetivos claros y compartidos, toma de decisiones compartidas, plataforma de desarrollo colaborativa, automatización y monitoreo de la implementación, comunicación y alineación."</i>
<i>Calidad-Mantenimiento</i>	<i>"Eliminar o archivar activamente características no utilizadas, revisar por pares scripts de entrenamiento, asignar un propietario a cada característica y documentar sus causas, realizar análisis estático, dinámico y pruebas de regresión automatizadas, realizar integración continua."</i>
<i>Trazabilidad-Reproducibilidad</i>	<i>"Poner los datos del modelo disponibles a través de una infraestructura compartida, escribir scripts para limpiar y mezclar los datos del modelo, usar versionamiento de los datos, del modelo, la configuración y los scripts de entrenamiento, monitorear continuamente el comportamiento del modelo, registrar predicciones de producción."</i>
<i>Responsabilidad-Social</i>	<i>"Explicar resultados y decisiones a los usuarios, e informarles del uso de Machine Learning, evaluar y gestionar el sesgo por subgrupos, probar el sesgo social en el entrenamiento, prevenir el uso de atributos discriminatorios, usar técnicas especializadas para preservar la privacidad, verificar la seguridad de la aplicación, mantenerla auditada y evaluar riesgos."</i>



# Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

## División de Estudios de Posgrado e Investigación

# MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA

SISTEMA NACIONAL DE POSGRADOS (SEP-CONAHCYT-002408)

**Becas disponibles**

**Especialidad:  
Manejo y Conservación de Recursos Naturales  
(Terrestres o Acuáticos)**



# Maestría en Ciencias en Biología

## Recepción de solicitudes: febrero-mayo de 2025

### PERFIL

El programa está diseñado para egresados de la carrera de biología o afines como médicos veterinarios, ingenieros agrónomos, ingenieros ambientales e ingenieros forestales. Podrán participar egresados de otras carreras con la aprobación del consejo de posgrado.

El programa está diseñado para concluirse en dos años y consta de cinco materias básicas, seis optativas y presentación de tesis de grado.

Áreas disponibles actualmente para investigación y desarrollo de tesis:

Malacología, Entomología, Micología, Mastozoología, Ciencias Forestales (Biodiversidad, Sistemática, Ecología y Fisiología).

### REQUISITOS DE INGRESO Y DOCUMENTACIÓN

- Carta de exposición de motivos indicando porque desea cursar una maestría y porque desea ingresar a este programa, Maestría en Ciencias en Biología-ITCV.
- Copia (s) de título profesional, certificado de calificaciones, diploma (s) y constancias de otros estudios.
- Constancia de promedio mínimo de 8 (ocho) en estudios de licenciatura.
- Currículum vitae con documentos probatorios adjuntos.
- Comprender el idioma inglés y aprobar examen de inglés del programa de MCB-ITCV.
- Dos fotografías tamaño credencial.
- Aprobar examen de admisión.
- Carta compromiso indicando que terminará su programa de maestría en dos años.
- Disposición para desarrollar e integrarse en proyectos de investigación.
- Entrevista con el comité de posgrado.
- Ser estudiante de tiempo completo.

### PLANTA DOCENTE

**Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.** Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

**Azuara Domínguez Ausencio, Dr. Colegio de Posgraduados.** Manejo Integrado de Plagas.

**Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales.** Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de Orthoptera.

**Flores Gracia Juan, Dr. UANL.** Genética y Biotecnología.

**García Jiménez Jesús, Dr. UANL.** Micología y Parasitología Forestal.

**González Gaona Othón Javier, Dr. ITESM.** Toxicología.

**Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.** Biotecnología y Micología.

**Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN** Neurociencias y Entomología.

**Rangel Lucio José Antonio, Dr. Colegio de Posgraduados.** Edafología.

### PLAN DE ESTUDIOS

**Rodríguez-Castro Jorge Homero, Dr. UAT.**  
Acuacultura y Ecología Marina.

**Venegas Barrera Crystian Sadiel. Dr.**  
**CIBNOR.** Manejo y Preservación de  
Recursos Naturales (Ecología).

### **INFORMES**

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.**  
**VICTORIA**  
**División de Estudios de Posgrado e**  
**Investigación**

<https://www.itvictoria.edu.mx/oferta/mbiologia.html>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

Mail: [dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx)

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,  
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175  
Tel. (834) 153 2000 Ext. 325



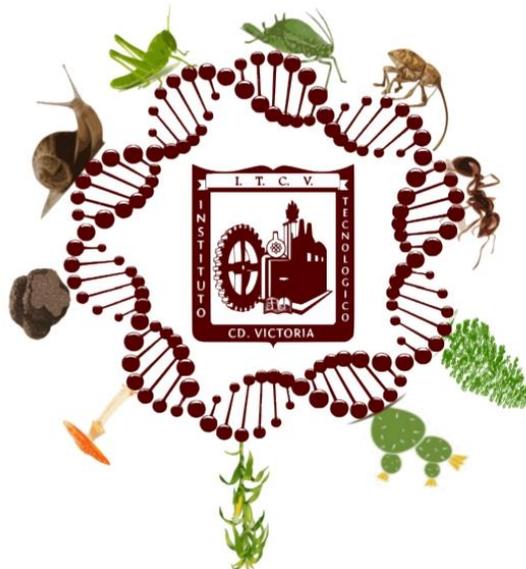
# Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

## División de Estudios de Posgrado e Investigación

# DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIOLOGÍA

SISTEMA NACIONAL DE POSGRADOS (SEP-CONAHCYT-003351)

**Becas disponibles**



# Recepción de solicitudes: febrero-mayo de 2025

## LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Biodiversidad y Ecología
- Manejo y Conservación de Recursos Naturales

## Requisitos y antecedentes académicos de ingreso de los candidatos

- Contar con grado de Maestría (indispensable estar titulado) en un programa experimental o de investigación en el área de las Ciencias Biológicas.
- Promedio igual o superior a 8 (80 de 100) en estudios de maestría.
- Disponer de tiempo completo para cumplir con el programa doctoral.
- Aprobar el examen de conocimientos que aplica el programa o acreditar con al menos un 75% en conocimientos básicos y un 60% en habilidades de investigación en el EXANI-III del CENEVAL.
- Acreditar el examen de Inglés TOEFL, al ingresar al programa, mínimo 450 puntos. O bien acreditarlo este examen antes de egresar del programa, ya que este es un requisito para sustentar examen de grado y poder titularse.
- Presentar dos cartas académicas de recomendación expedidas por profesionistas reconocidos.
- Carta de exposición de motivos para el ingreso al doctorado, no mayor de una cuartilla, con fecha y firma.
- Visto bueno en entrevista con miembros del Claustro Doctoral.
- Presentar por escrito protocolo de investigación (3-5 cuartillas) para evaluar aptitudes y habilidades de experiencia previa, en el área de ciencias naturales.

- Carta de aceptación de uno de los miembros del Claustro Doctoral.

## PLANTA DOCENTE

**Almaguer Sierra Pedro, Dr. UANL.** Agua-Suelos, Agrometeorología e Hidroponía.

**Azuara Domínguez Ausencio, Dr. Colegio de Posgraduados.** Manejo Integrado de Plagas.

**Barrientos Lozano Ludivina, Ph.D. Universidad de Gales.** Entomología Aplicada. Ecología y Sistemática de Orthoptera.

**Flores Gracia Juan, Dr. UANL.** Genética y Biotecnología.

**García Jiménez Jesús, Dr. UANL.** Ciencias Forestales y Micología.

**González Gaona Othón Javier, Dr. ITESM.** Toxicología.

**Guevara Guerrero Gonzalo, Dr. UANL.** Biotecnología y Micología.

**Horta Vega Jorge V., Dr. CINVESTAV-IPN** Neurociencias y Entomología.

**Rangel Lucio José Antonio, Dr. Colegio de Posgraduados.** Edafología.

**Rodríguez-Castro Jorge Homero, Dr. UAT.** Acuacultura y Ecología Marina.

**Venegas Barrera Crystian Sadiel, Dr. CIBNOR.** Manejo y Preservación de Recursos Naturales (Ecología).

## INFORMES

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD.  
VICTORIA**

**División de Estudios de Posgrado e  
Investigación**

Bld. Emilio Portes Gil No. 1301 Cd. Victoria,  
Tam. C.P. 87010 Apdo. Postal 175.  
Tel. (834) 153 2000, Ext. 325

<https://www.itvictoria.edu.mx/oferta/mbiologia.html>

<http://www.itvictoria.edu.mx>

email: [dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:dposgrado@cdvictoria.tecnm.mx)

## CONVOCATORIA PARA PUBLICAR EN TecnoINTELECTO

### TÍTULO CON MAYÚSCULAS, DEBIDAMENTE ACENTUADAS, EN NEGRITAS, CENTRADO, ARIAL 10, INTERLINEADO SENCILLO

*Autor(es) Arial 10 puntos, itálica, centrado, interlineado sencillo; nombre (s) completo y apellidos completos, separados por un guión, sin grado académico, más de un autor separado por comas e indicador numérico para los datos siguientes: Institución(es) en 10 Arial, en itálica y centrado, interlineado sencillo, correo electrónico de los autores centrado, interlineado sencillo*

**RESUMEN.** Deberá ser lo más general y significativo posible, de manera que en pocas palabras exprese la aportación más relevante del artículo. Letra tipo Arial de 10 puntos, interlineado sencillo y espaciado anterior de 8 puntos y posterior de 6, iniciando con la palabra **RESUMEN** en negritas. Texto con alineación ajustada en todo el artículo. Si el artículo está en español, adjuntar el resumen inglés.

**PALABRAS CLAVE:** Colocar las palabras (tres a cinco) más significativas en el artículo, no repetir palabras del título, fuente de 10 puntos, dejando un espacio entre el párrafo anterior.

**ABSTRACT.** The abstract shall be as general and substantial as possible, in such a way that provides in a few words a clear idea of the paper's contribution. Please use Arial font 10 points, single space, space above 8 points and below 6 points, begin text with the word **ABSTRACT** in bold face. All text through the paper must be aligned to fit page. If paper is in Spanish abstract shall be in English.

**KEY WORDS:** Please use the most (three to five) significant words, font of 10 points, leaving a space between the preceding paragraphs.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los criterios para la revisión técnica son: importancia de la contribución a la divulgación científica, pertinencia de métodos empleados, correcta presentación de datos, soporte del manuscrito con literatura relevante y actualizada, discusión suficiente o necesaria. Además, figuras y tablas adecuadas. El manuscrito pasará al comité editorial, quien dictaminará si contiene el mínimo indispensable para ser publicado, lo cual se notificará vía electrónica en formato pdf.

### 2. CARACTERÍSTICAS

El cuerpo del artículo en dos columnas con 0.6 cm entre ellas y todos sus márgenes de 3 cm. Cada sección deberá contener un título numerado con formato de párrafo espaciado anterior de 12 y posterior de 6 puntos. La fuente de todo el manuscrito es Arial. En el cuerpo de 10 puntos, interlineado sencillo, con secciones numeradas con números arábigos.

**2.1 Idioma:** español o inglés.

#### 2.2 Subsecciones

Las subsecciones en formato tipo título, negritas, interlineado sencillo y espaciado anterior y posterior de 6 puntos.

#### 2.3. Las gráficas y tablas

Pueden ser **a color** o en **escala de grises** y se ajustarán de acuerdo con las características de ellas y al gusto del investigador. Deberán ser posicionadas de acuerdo con la necesidad del investigador y bajo su responsabilidad.

### 3. LINEAMIENTOS

Los artículos deberán ser inéditos. Cada trabajo deberá presentarse en un mínimo de 6 y un máximo de 12 páginas. De 6 páginas se considerarán artículos cortos y se publicarán a recomendación del comité editorial.

### 4. RESPONSABILIDADES

El investigador es responsable del contenido, la sintaxis y el envío de su artículo en Word a la coordinación editorial actual de TecnoINTELECTO: [ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com). El Instituto Tecnológico de Cd. Victoria será responsable de la revisión y aceptación o rechazo de los manuscritos, la edición de la revista, el índice, la impresión y distribución,

apoyándose en el Comité Editorial y otras instituciones, si lo considera pertinente.

**Los artículos que no se ajusten a las normas editoriales serán rechazados para su adecuación.**

**El máximo número de autores y/o coautores por artículo es de 5.**

## 5. FECHAS IMPORTANTES

Recepción de artículos todo el año.  
**Publicación julio-agosto y diciembre-enero.**

## 6. LITERATURA CITADA

### 6.1 Referencias en texto

Sin numerar, solo citar apellido(s) según el caso y el año separado por una coma, si son más citas separar por punto y coma; dos autores se separan “y” y si son más de dos autores solo se pondrá el apellido(s) del primer autor seguido de “*et al.*”.

Al final, listar en orden alfabético sin numeración. Autor (es) iniciando con apellido (s) seguido por la inicial del nombre (s), si es el caso puede escribir los dos apellidos separados por un guion. Año. Título del artículo. Nombre de la Revista, Volumen y número de páginas, tipo Arial, 10 puntos, interlineado sencillo.

### Artículo científico

Armenta, C. S., H. Bravo y R. Reyes. 1978. Estudios bioecológicos de *Epilachna varivestis* Mulsant, bajo condiciones de

laboratorio y campo. *Agrociencia*, 34: 133-146.

Ávila-Valdez, J., L. Barrientos-Lozano y P. García-Salazar. 2006. Manejo Integrado de la Langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae) en el sur de Tamaulipas. *Entomología Mexicana*, 5: 636-641.

### Libro o Tesis

Jaffe, K., J. Lattke y E. Pérez. 1993. *El mundo de las hormigas*. Equinoccio Ediciones. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. 196 pp. En el caso de tesis señalar después del título si es profesional o de grado.

### Capítulo de libro:

Navarrete-Heredia, J. L. y A. F. Newton. 1996. Staphylinidae (Coleoptera). Pp. 369-380. *In*: J. E. Llorente-Bousquets, A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds.). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una Síntesis de su Conocimiento. Instituto de Biología, UNAM, México, D. F.

## Tecnológico Nacional De México

### Instituto Tecnológico de Cd. Victoria

División de Estudios de Posgrado e Investigación  
Coordinación Editorial de TecnoINTELECTO

Dra. Ludivina Barrientos Lozano  
[ludivinab@yahoo.com](mailto:ludivinab@yahoo.com)