

## Evaluación de Material Particulado $Pm_{2.5}$ Generado en la Industria Metálica Forminox

Ing. Jonathan Morales Corral<sup>1</sup>, Dr. Luis Armando de la Peña Arellano<sup>2</sup>, MI. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales<sup>3</sup>, Dr. Sergio Valle Cervantes<sup>4</sup>, Dr. Roberto Valencia Vázquez<sup>5</sup>, Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte<sup>6</sup>

**Resumen**— La presente investigación determinó el material particulado 2.5 de fracción respirable en áreas laborales de soldadura de la empresa FORMINOX dedicada a la manufactura de acero inoxidable y acero al carbón en la ciudad de Durango. La evaluación y análisis de las emisiones contaminantes generadas en las áreas de soldadura se realizaron aplicando los protocolos de monitoreo atmosférico establecidos en la metodología NIOSH (método 0600). Tal método consiste en tomar muestras usando una bomba de muestreo personal, un ciclón y un casete con el filtro de PVC (tren de muestreo) a un flujo de 2,5 L/min. Las muestras fueron tomadas a la altura de la zona de respiración del trabajador mediante la bomba de caudal regulable. Se obtuvieron las concentraciones de cada muestreo y se determinó el promedio ponderado en el tiempo de muestreo para una jornada laboral de 8 horas, siendo la concentración mas alta de 3.51 mg/m<sup>3</sup> y la mas baja de 2.33 mg/m<sup>3</sup> en áreas de soldadura de acero inoxidable. Las concentraciones obtenidas en los muestreos personales fueron evaluadas y comparadas con la normatividad aplicable en sentido de riesgos a la salud.

**Palabras clave**—material pariculado, muestreo personal, exposición ocupacional.

### Introducción

La exposición ocupacional al material particulado generado por los humos de soldadura es un grave problema de salud ocupacional en la industria metal mecánica, debido a que este material particulado 2.5 es considerado como uno de los seis contaminantes denominados criterio para la protección de la Salud y de la Seguridad Ocupacional. La soldadura es un proceso industrial importante dentro de la industria manufacturera que se utiliza para la unión de dos o mas metales. En este proceso, como muchos otros, dentro de la industria metalica se generan una cantidad considerable de emisiones al medio ambiente, que repercuten en el ambiente laboral, que provienen de diversas fuentes relacionadas con el equipo y las maquinarias utilizadas, así como las materias primas, entre otras. Dentro del área de soldadura se encuentran emisiones de humos metalicos, cuyas particulas tienen un diámetro de 1 micra pero su tamaño suele aumentar debido a la aglomeración de las mismas. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014 estas partículas son consideradas de fracción respirable debido a que pueden penetrar más allá de las vías respiratorias del trabajador. Por lo tanto, los trabajadores desempeñan sus actividades estando en una exposición continua a estas partículas, lo cual trae consigo afectaciones a su integridad física, moral y social.

En el marco de las consideraciones anteriores el objetivo de este trabajo fue evaluar las concentraciones de material particulado de fracción respirable  $PM_{2.5}$  en el ambiente laboral de una empresa dedicada a la manufactura de acero inoxidable y acero al carbón ubicada en la ciudad de Durango, Dgo., México, en donde de acuerdo con el marco regulatorio se estableció una metodología de monitoreo personal, para de esta manera comparar los valores obtenidos con lo establecido en la normativa aplicable para material particulado 2.5, con el sentido de evaluar los riesgos para la salud de los trabajadores.

<sup>1</sup> El Ing. Jonathan Morales Corral es estudiante de Maestría en Sistemas Ambientales Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.P. 34080, Durango, Durango, México. [jonathan.moralesco@gmail.com](mailto:jonathan.moralesco@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Luis Armando de la Peña Arellano es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.P. 34080, Durango, Durango, México. [herrdelapena@gmail.com](mailto:herrdelapena@gmail.com)

<sup>3</sup> La MI. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales es Profesora Investigadora del Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.P. 34080, Durango, Durango, México [mdjrr1958@gmail.com](mailto:mdjrr1958@gmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Sergio Valle Cervantes es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.P. 34080, Durango, Durango, México. [svallec@gmail.com](mailto:svallec@gmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Roberto Valencia Vázquez es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.dP. 34080, Durango, Durango, México [roberto.valencia@itdurango.edu.mx](mailto:roberto.valencia@itdurango.edu.mx)

<sup>6</sup> El Dr. Felipe Samuel Hernández Rodarte es Profesor Investigador del Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 ote, C.P. 34080, Durango, Durango, México [samuelhernandezrodarte@gmail.com](mailto:samuelhernandezrodarte@gmail.com)

## Descripción del Método

### *Identificación y selección de áreas de exposiciones potenciales*

Se identificaron las exposiciones potenciales mediante la realización de un diagrama de procesos en donde se pudo determinar las materias primas, maquinaria y equipo que se utilizan en cada proceso y subproceso, así como las salidas (emisiones) de cada proceso, mismos con los que interactúa el trabajador durante su jornada laboral y a los que se encuentra expuesto.

Con base en este diagrama de procesos se logró identificar las áreas de mayor exposición a material particulado de fracción respirable, se subdividió de manera homogénea la población de personal identificando con mayor exposición, resultando los soldadores (trabajadores) de acero inoxidable y acero al carbón, los más expuestos a estas emisiones. Las áreas seleccionadas fueron: Soldadura I ( $S_1$ ), la cual tiene como metal base a soldar el acero al carbón y Soldadura II ( $S_2$ ) teniendo como metal base a soldar acero inoxidable.

### *Principio del método y equipo para la medición*

La medición de Material Particulado (PM) 2.5 dentro del proceso de soldadura se realizó bajo los criterios de toma y análisis de muestra que se establecen en la metodología NIOSH 0600 (Particulates Not Otherwise Regulated Respirable, por sus siglas en Inglés).

A continuación se muestran los equipos y materiales utilizados para la toma y análisis de las muestras:

- Bomba de muestreo universal Modelo 44XR con caudal de aspiración constante y una precisión de  $\pm 5\%$  marca SKC.
- Ciclón de aluminio de 37 mm.
- Casetes portafiltros de 3 secciones de poliestireno claro de 37 mm diámetro.
- Portacasetes.
- Filtros de PVC de 37 mm de diámetro y 5  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro y almohadillas de soporte.
- Calibrador primario estándar de flujo de aire marca Defender Modelo 510.
- Pinzas y guantes para un adecuado manejo de la muestra.
- Balanza analítica Marca Ohaus Adventurer.

La metodología NIOSH 0600 consiste en tomar una muestra de aire por medio de una bomba de aspiración utilizando un ciclón, casetes y filtros, los cuales pueden soportar un volumen máximo de 400 L y mínimo de 20 L. La bomba se calibró a un caudal de flujo de 2.5 L/min que es el indicado cuando se emplea un ciclón de aluminio.

Se estableció el caudal de flujo de 2.5 L/min, tomando un volumen de 400 L con un tiempo para el muestreo de 160 minutos por filtro. Considerando la jornada laboral de 8 horas, se realizaron muestreos consecutivos cambiando el filtro cada 160 minutos hasta completar toda la jornada laboral, se emplearon un total de tres filtros por muestreo personal en una jornada.

### *Muestreo de las emisiones contaminantes*

El proceso de muestreo de las emisiones contaminantes consistió en acondicionar los filtros previa y posteriormente al muestreo en un desecador durante 24 horas. Posteriormente fueron pesados en la balanza analítica bajo condiciones de presión y temperatura controladas y finalmente fueron ensamblados con los casetes de 3 piezas.

En la Figura 1 se muestra el tren de muestreo empleado donde los tapones del casete que contenía la almohadilla de soporte y el filtro fueron retirados, después se retiró una tercera parte del casete donde fue conectado con el ciclón y al orificio de salida del tubo Tygon de conducción de aire de la bomba que está conformado por el portacasete.

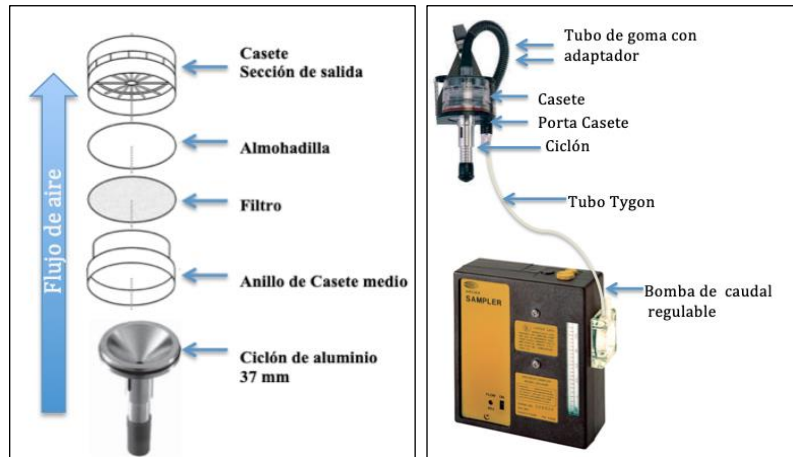


Figura 1. Tren de muestreo. a) Ensamblaje de casete de filtro con ciclón. b) Tren de muestreo final.

La Figura 2 muestra la manera en que se colocó bomba de muestreo a la altura de la cintura del operador seleccionado, asegurándola apropiadamente de modo que no obstruyera las actividades laborales de éste. También se ajustó el tubo que conecta la bomba con el casete, fijándolo con la pinza del portacasete en su vestimenta.



Figura 2. Operador con el tren de muestreo colocado

La bomba de muestreo se encendió al inicio de la jornada laboral (8:30 am) para dar comienzo con la captación de la muestra, estando en constante vigilancia para el correcto funcionamiento durante la toma de muestra de cada filtro. Las muestras fueron recolectadas de manera constante durante la jornada laboral, sustituyendo el filtro cada 160 minutos con interrupciones a la hora de desayuno y la hora de comida. Se registraron; la hora de inicio y termino de cada muestreo para cambio de filtro, el tiempo y volumen muestreado, así como las interrupciones de muestreo entre otras, estas fueron registradas dentro de la bitácora de actividades durante toda la jornada laboral.

Al finalizar la jornada laboral, se detuvo el funcionamiento de la bomba y se anotaron las observaciones finales dentro de la bitacora de actividades. Se retiro el casete cerrando sus orificios con sus tapones y se acompañó cada lote de filtros muestreados con un filtro blanco el cual fue sometido al mismo tratamiento y manipulación de los filtros utilizados en los muestreos con la diferencia de que a éste no se le pasó aire a través de él. Finalmente los filtros fueron trasladados a laboratorio para su posterior analisis mediante la técnica de gravimetría. Se realizaron 2 mediciones por operador en cada área, siendo un total de 4 mediciones por área, con 3 muestreos por día.

### Analisis de las emisiones contaminantes

El análisis de las muestras se realizó mediante la técnica de gravimetría, donde los filtros fueron pesados en las mismas condiciones de la pesada inicial, así como en la utilización de la misma balanza y las mismas condiciones ambientales. Para determinar la concentración de partículas respirables en  $\text{mg}/\text{m}^3$  se utilizó Ec. [1], donde se calcula la diferencia de peso entre ambas pesadas de los filtros y el blanco utilizado, dividida sobre el volumen de aire muestreado.

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \cdot 10^3, \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} \quad \text{Ec. [1]}$$

Donde:

C = Concentración de partículas respirables, ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

$W_1$  = Peso del filtro previo al muestreo, (mg).

$W_2$  = Peso del filtro posterior al muestreo (filtro que contiene muestra), (mg).

$B_1$  = Peso promedio previo al muestreo del filtro en blanco, (mg).

$B_2$  = Peso promedio posterior al muestreo del filtro en blanco, (mg).

V = Volumen de aire muestreado, (L).

### Concentración promedio ponderada en tiempo (CMA-PPT)

Los valores de las concentraciones previamente medidas deben ser comparadas con los valores límite de exposición (VLE) propuestos por la legislación aplicable, los cuales expresan la concentración máxima promedio ponderada en el tiempo de un agente químico contaminante del ambiente laboral, a la que la mayoría de los trabajadores están expuestos durante una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014 la Concentración Promedio Ponderada en Tiempo (CMA-PPT) representa la sumatoria del producto de cada una de las concentraciones por su tiempo de exposición, dividida entre la suma de los tiempos de medición durante una jornada de trabajo. La Concentración Promedio Ponderada en Tiempo se calcula mediante la Ec. [2] que se presenta a continuación:

$$CMA - PPT = \frac{\sum_{i=1}^n CMA_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{(CMA_1 t_1) + (CMA_2 t_2) + \dots + (CMA_n t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad \text{Ec. [2]}$$

Donde:

$CMA_i$  = Concentración  $i$ -ésima del contaminante en el ambiente laboral durante un tiempo determinado ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

$t_i$  = Tiempo  $i$ -ésimo utilizado en cada toma de muestra, siempre en la misma unidad de tiempo.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Durante la realización de este trabajo de investigación se evaluaron las concentraciones de Material Particulado de diámetro 2.5 micras ( $\text{PM}_{2.5}$ ) en el ambiente laboral de una empresa dedicada a la soldadura de acero inoxidable y acero al carbón. Las figuras 3 y 4 muestran las concentraciones obtenidas en las mediciones realizadas en las áreas de Soldadura 1 (acero al carbón) y Soldadura 2 (acero inoxidable), respectivamente.

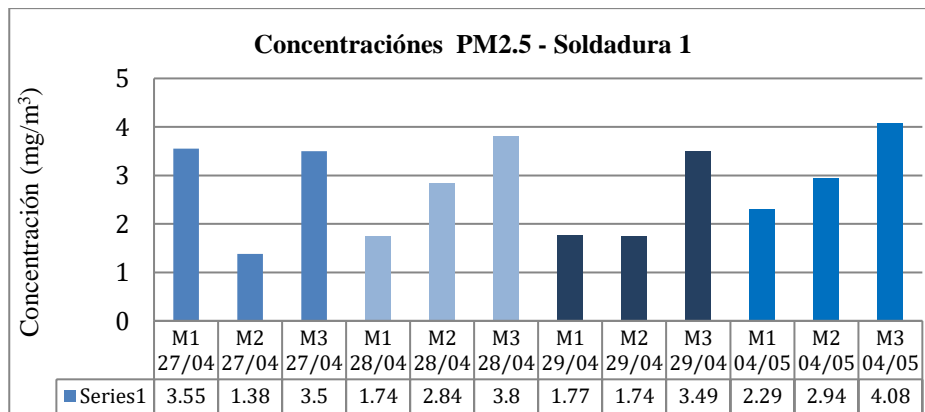


Figura 3. Concentraciones obtenidas en el área de Soldadura 1 (S1)



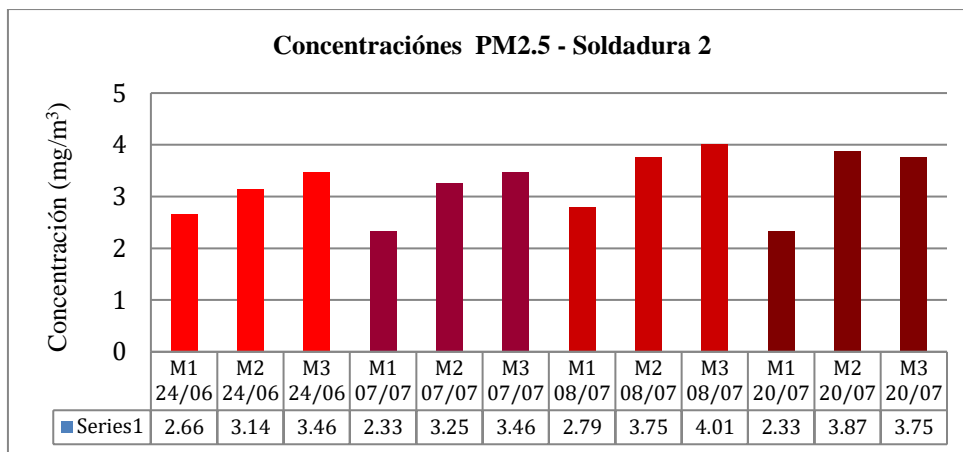


Figura 4. Concentraciones obtenidas en el área de Soldadura 2 (S2)

La figura 5 muestra la comparación de la Concentración Promedio Ponderada en Tiempo (CMA-PPT) por cada área muestreada y jornada laboral con los Valores Límite de Exposición (VLE) establecidos para un mejor control de riesgos a la salud y seguridad ocupacional por instituciones como la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (OSHA, por sus siglas en inglés) o la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH, por sus siglas en inglés) las cuales establecen un valor límite de exposición para humos metálicos y para PM 2.5 en el área laboral de 5 mg/m<sup>3</sup>. Mientras que la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014 establece un valor límite de exposición 3 mg/m<sup>3</sup> para partículas de fracción respirable.

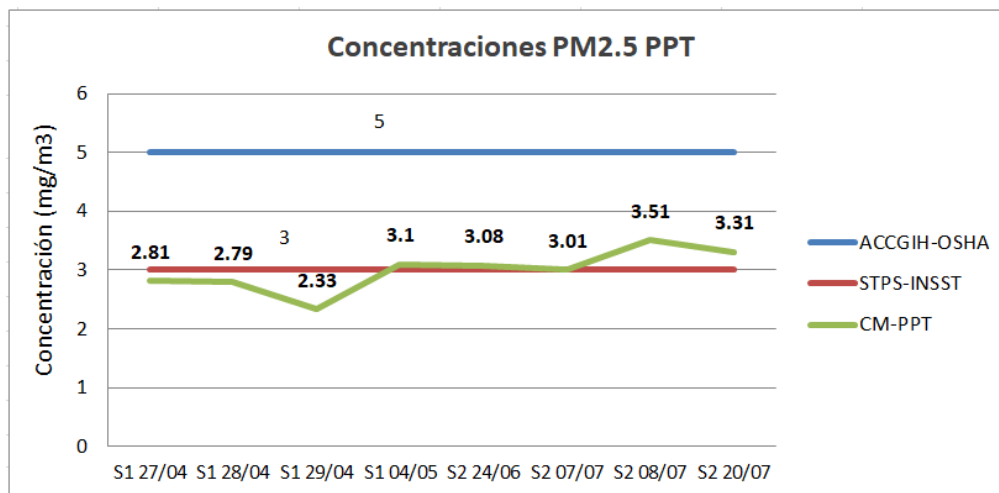


Figura 5. Comparación de concentraciones promedio ponderada en tiempo (CMA-PPT) medidas con los valores límite de exposición (TWA-VLE) establecidos por la OSHA, ACGIH y STPS.

**Conclusiones**

En función de los resultados obtenidos, se observó que la Concentración Promedio Ponderada obtenida mas alta se localizo en el área de Soldadura 2 (3.51 mg/m<sup>3</sup>) correspondiente a acero inoxidable, mientras que para el área de Soldadura 1 (acero al carbón) fue de 3.1 mg/m<sup>3</sup>, las cuales exceden ligeramente los Valores Límite de Exposición propuestos por la normatividad aplicable, lo cual tiene relación principalmente con la carga laboral de cada área de trabajo, así como con la metodología de soldadura, ya que para el acero al carbón se utiliza soldadura tipo TIG (Gas Inerte de Tungsteno) y para acero inoxidable soldadura tipo MIG (conocida como soldadura por arco de gas metal).

De las mediciones realizadas por área el 75% presentaron concentraciones altas al término del turno laboral, el 15% a la mitad y solo el 10% al inicio, lo cual refleja una mayor productividad al final del turno.

### *Recomendaciones*

La inhalación constante por parte de los trabajadores de esta empresa metal mecánica de material particulado por emisiones de humos metálicos por soldadura puede conllevar mayores índices de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como inflamaciones de vías respiratorias y ojos, entre otras afecciones. Es por ello que se recomienda el uso constante y obligatorio de Equipo de Protección Personal aplicable al proceso de soldadura, además de una constante supervisión médica a los trabajadores expuestos.

De igual manera se recomienda la instalación de sistemas de extracción de emisiones de humos metálicos en las áreas del proceso de soldadura debido a que el uso de un sistema de extracción de humos adecuado es esencial para proteger al operar y asegurar el cumplimiento de las regulaciones y normas de salud y seguridad vigentes, además de propiciar un ambiente de trabajo al mejorar la calidad del aire dentro del mismo reduciendo absentismo laboral debido a enfermedades.

### **Referencias**

Balkhyou, M. (2010). Total Fume and Metal Concentrations during Welding in Selected Factories in Jeddah, Saudi Arabia. Recuperado 15 de abril de 2021, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2922740/>

Christiani, D., Kim J., Boyce P. (2015). Exposure to welding fumes is associated with acute systemic inflammatory responses.

NIOSH. (1998). PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE: METHOD 0600 (Fourth ed.). NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM).

NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral-Reconocimiento, evaluación y control. Diario Oficial de la Federación, 28 de abril de 2014.

NORMA UNE-EN-689:1996. Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición.

# El Arte para Pensar: el Rol de los Museos como los Nuevos Centros Culturales\*

Dr. Victorino Morales Dávila<sup>1</sup>

**Resumen**— El avance de tecnologías digitales ha evidenciado el cambio, dirección y forma en que la educación debe ser construida desde ahora: en competencias capaces de romper con el pensamiento lógico-deductivo. Así, los museos son reconsiderados y redefinidos como espacios culturales capaces desde prácticas artísticas y nuevas tecnologías, romper con la linealidad y rigidez del método científico. Desde la experiencia del MUI (Museo Urbano Interactivo) en Puebla, se analiza un caso de innovación educativa con nueva museología, desarrolla situaciones de aprendizaje vivencial y retadoras para universitarios que participan en proyectos de exhibición y de estrategias visuales y museográficas de impacto social. Desde las exhibiciones producidas entre en los últimos dos años, es posible observar e identificar un cambio positivo en el dominio de competencias derivadas de la práctica artística, museográfica y creación visual de contenidos. Se concluye que este cambio en el nivel de dominio está relacionado con el compromiso (*engagement*) que los estudiantes desarrollan con los proyectos en tanto un alto grado de experimentación es capaz de desarrollarse en el museo.

**Palabras clave**— Educación en competencias, innovación educativa, nueva museología, estrategia visual, nuevos centros culturales, diseño de experiencias.

## Introducción

La educación del siglo XXI está marcada por la necesidad de formar profesionales competentes para dar solución a la alta complejidad que los fenómenos globales han alcanzado. De esta manera una educación por competencias exige construir espacios con situaciones retadoras que permitan el desarrollo de competencias disciplinares y transversales. Esta aseveración invita a pensar espacios más allá de un aula universitaria y una formación que transite a la interdisciplinariedad, por no decir transdisciplinariedad. Los museos universitarios juegan en este último punto un factor de salvaguarda fundamental para la experimentación de lenguajes, pasiones civiles y activismo básico que, a través de las prácticas artísticas desde la llamada nueva museología, potencializan y robustecen en los estudiantes las competencias que los cursos universitarios buscan desarrollar.

Los museos universitarios constituyen espacios predilectos de entrecruce disciplinares conocidos como los nuevos centros culturales para la formación en competencias. Al ser un lugar de encuentro de redes, comunidades y organizaciones estudiantiles y ciudadanas. Realizan prácticas culturales colaborativas basadas en la participación y el activismo, como interfaz entre la universidad y la ciudad, construyendo espacios de comparación, diálogo y reflexión.

Fundamentado en las premisas anteriores, este artículo tiene como objetivo presentar el análisis de caso del Museo Urbano interactivo (MUI) en la ciudad de Puebla, México, museo universitario del Tecnológico de Monterrey, y su experimentación para el desarrollo de competencias disciplinares y transversales en estudiantes del Tecnológico de Monterrey campus Puebla que participaron en cursos relacionados con estrategia visual y diseño, y que se vincularon al museo a través del programa de prácticas profesionales y servicio social en el periodo 2019-2020. La intención de dicho proyecto de innovación educativa fue construir situaciones de aprendizaje vivencial y retadoras para el diseño de experiencia de las exhibiciones programadas en el ciclo primavera e invierno 2020.

El artículo se inicia con una revisión y reflexión de la betería teórica, metodológica y referencial que proporciona el entendimiento en el que se encuadra la investigación; desde la nueva museología, corriente museológica que sitúa a los museos como hacedores de una práctica cultural y artística de impacto, hasta la función de los llamados nuevos centros culturales en un contexto nuevo de quehacer universitario en el espacio público. Luego, se aborda el marco metodológico y experimental en la que situamos la participación de 85 estudiantes en prácticas profesionales y servicio social en el MUI provenientes de cursos relacionados con estrategia visual y diseño de experiencias que nombramos. Enseguida, se presentan resultados de la experimentación que presentan hallazgos significativos que sustentan los supuestos iniciales sobre las prácticas artísticas y la educación en competencias desde los museos universitarios. Por último, se exponen conclusiones generales y particulares que buscan construir recomendaciones

\* El autor agradece el apoyo financiero otorgado por el fondo NOVUS (Subvención:29), Instituto para el Futuro de la Educación, Tecnológico de Monterrey, México, para la realización de este trabajo.

<sup>1</sup> Victorino Morales Dávila, Ph. D. es Director del Museo Urbano Interactivo del Tecnológico de Monterrey y Profesor de la Escuela de gobierno y ciencias sociales de la misma institución en campus Puebla.

para consolidar la práctica museológica para el desarrollo de pensamiento complejo y comunicación en otros códigos en las universidades y nuevas exploraciones en el diseño de experiencias y estrategia visual en espacios de educación no formal.

### Descripción del Método

*El museo universitario como el espacio vivencial y retador de la educación por competencias.*

La crisis económica de 2008 vivida en muchos de los países europeos, abrió la puerta a la reflexión y comprensión de la función y papel que las instituciones y centros culturales tenían en la articulación de prácticas colaborativas basadas en la participación y el activismo, ya fuera en las ciudades y en el campo, así como en el llamado Sur como en el Norte. Estos nuevos centros culturales se construían como espacios de comparación y salvaguardas cruciales para la experimentación de nuevos lenguajes, pasiones civiles y participación cívica; atravesados por cientos de miles de personas, constituyen una nueva oportunidad para la creación, como bibliotecas experimentales, de lugares regenerados o centros comunitarios y residencias de artistas. Se configuran, menciona Niessen (2019) un mundo que todavía es en parte poco conocido, poco estudiado y contado.

En un sentido paralelo, la crisis universitaria surgida de la necesidad de definir modelos educativos que formen un perfil de egresados capaces de hacer frente a los retos con alta complejidad que envuelve a nuestra realidad global, denota la necesidad de reconectar a las universidades con los espacios públicos de tal forma que una tercera misión universitaria fuera satisfecha: el impacto e incidencia en la regeneración del espacio urbano. Es así como el concepto de competencia y la necesidad de formar profesionales con varias de éstas (Getting Smart, 2018) toma protagonismo. En este modelo de educación se impera la necesidad de que los estudiantes diseñen sus propios caminos de aprendizaje en un sistema flexible y adaptable con un enfoque coherente de la tecnología exponencial que supere barreras técnicas y promueva los desafíos de diseño. Las situaciones retadoras y vivenciales, bajo esta perspectiva (Malmqvist, Rådberg y Lundqvist, 2015), cobran sentido y oportunidad para ser desarrolladas por los estudiantes en espacios fuera del aula, cuyos ecosistemas propician la formación de habilidades y competencias propias a las disciplinas y transversales a ellas, de modo que provocan aprendizajes innovadores y de alto impacto social.

El escenario que nuestra compleja realidad delinea es la puerta de entrada para concebir al museo universitario, como uno de esos nuevos centros culturales en donde, siguiendo al Observatorio de Innovación educativa (2016), el espacio físico puede llegar a constituir uno en el que la dinámica de abordaje de situaciones apela a vivencias donde los estudiantes participan de activamente en experiencias abiertas de aprendizaje. La singularidad de esta propuesta radica en el hecho de que, señala Niessen (2019), las experiencias de innovación social y cultural comienzan por la acción combinada de prácticas desde abajo, impulsadas por universidades y otras instituciones públicas, la innovación de las redes cooperativas tradicionales y los intentos de renovación de espacios como los museos. En ésta última categoría, los universitarios pueden llegar a ser las interfaces más adecuadas para la colaboración y co-creación entre comunidades estudiantiles y académicas con la ciudad y sus actores.

La concurrencia temporal que sobresale entre esta tendencia educativa y cultural y el desarrollo de una corriente cada vez más crítica en el quehacer de los museos tildada como nueva museología (EVE, 2016) deja entender que enfoques como el de museografía didáctica crítica y el de Aprendizaje basado en retos (ABR), apelan a vivencias en donde los estudiantes aprenden cuando participan activamente en experiencias abiertas (Tecnológico de Monterrey, 2018) en el diseño de experiencias con estrategias visuales de exposiciones. Transversal y disciplinalmente, la museografía didáctica enmarcada dentro de la nueva museografía (Aranzazu-López, *et. al.* 2018), constituye una herramienta pedagógica que propicia la construcción de competencias en estrategia visual para la creación de nuevos contenidos que derivan en ambientes narrativos generadores de experiencias ligados a una respuesta mediada por los aportes del diseño y la ingeniería, determinadas desde el público y para el público, y que responden a la problemática de la calidad de inmersión en la experiencia del público visitante de los museos de hoy.

La museografía, desde esta perspectiva neo (Aranzazu-López, *et. al.* 2018), se convierte en la hacedora de experiencias inmersivas, al materializar las narrativas en exposiciones completas y permitir la interacción con ellas. Construir competencias a través de ella, propicia a entender que el museo universitario se convierte en un lugar de investigación y creación para el conocimiento, donde el diseño, las artes y la ingeniería funcionan como impulsores de competencias, y la expresión académica entabla desarrollos comunicativos. De

esta forma, el museo reafirma al arte como una forma de pensar (Amador 2009; Niessen, 2019), de pensamiento extremo, que se hace visible en la cotidianidad, en cualquier individuo, que produce lenguajes innovadores a través de formas y prácticas dispares y capaz de activar procesos de cohesión e inclusión social en los territorios al convertirlos en polos de atracción para lenguajes innovadores. el arte, señala (Minski, 2020), es eficaz para observar las múltiples posibilidades y cuestiones desde una perspectiva holística. Mientras que el diseño es una solución para dar forma a un servicio o producto, es decir es la dirección misma (Figura 1).

El desarrollo de competencias en museografía en los estudiantes de disciplinas encuadradas dentro de los estudios de las industrias creativas (Buitrago y Duque, 2013), y con ello las transversales relacionadas al pensamiento artístico y comunicación en nuevos códigos (desde situaciones vivenciales y retadoras cuya didáctica provoca aprendizajes e impactos socialmente significativos) ayuda a comprender la necesidad de posicionar los espacios museísticos (ICOM, 2019) como verdaderos laboratorios arte y ciencia, que habilitados por la tecnología construyen plataformas que permiten a todos sus públicos, heterogéneos e híbridos culturalmente, cocrear, compartir e interactuar para la solución de complejidades comunes.

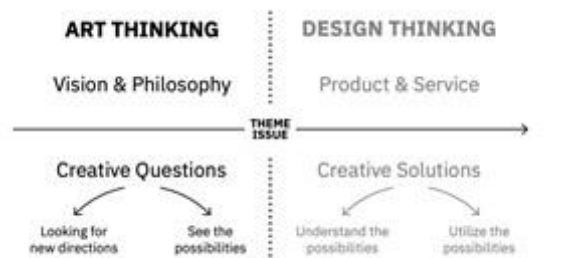


Figura 1 El arte es un compás (Minski, 2020)

#### Encuadre metodológico: El arte para pensar en el diseño de experiencias en el MUI

El caso que se analiza es el experimento en innovación educativa dentro del proyecto “Aprendizaje basado en retos en el museo del Tecnológico de Monterrey” desarrollado por el Museo urbano interactivo MUI entre el segundo semestre del 2019 y el primer semestre del año 2021 con estudiantes practicantes y en servicio social provenientes de cursos de educación general y disciplinares del área de estudios creativos del Tecnológico de Monterrey en campus Puebla. El MUI es un museo situado en la ciudad de Puebla en México y catalogado como universitario y gestionado por el Tecnológico de Monterrey, universidad privada en México cuyo modelo educativo, conocido como Tec21, está basado en competencias (Tecnológico de Monterrey, 2016).

El diseño experimental de este proyecto de innovación educativa tuvo un abordaje cualitativo; estructurado y delineado a partir de la identificación y análisis de estudios anteriores relacionados con la educación por competencias y didácticas artísticas-creativas (Traverso-Ribón et al., 2016; Fonseca Escudero et al., 2016) concluyendo en el uso de un enfoque transdisciplinar de entrecruce de las prácticas artística y científica llamada *Art Thinking*. Siguiendo a Minski (2020), desde este enfoque se concibe que el arte y el pensamiento artístico son la forma óptima de comprender los problemas (sociales, económicos, políticos o tecnológicos) y sistemas más complejos creados por la humanidad. Bajo este supuesto metodológico, “el arte tiene el poder de escudriñar las creencias existentes, arrojar dudas sobre las percepciones comunes y encontrar una manera de pensar fuera de la caja” (Minski, 2020).

Desde el enfoque de *Art Thinking*, la experimentación abordada para el diseño de exhibiciones con nueva museografía en el MUI se construyó en situaciones retadoras y vivenciales cuyo objetivo principal fue determinar el impacto en el nivel de competencias y habilidades en museografía para el diseño de experiencias inmersivas de los alumnos inscritos en cursos relacionados con estrategia visual y que participaron en la creación de contenidos para el diseño de las exhibiciones programadas en el ciclo expositivo 2020 y 2021 en el museo (MUI, 2021): *Gente Colaborativa*, *Residencia COVID* y *El mundo en la nube*. De esta manera se definió una variable de salida relacionada con el cambio en el nivel de competencias y habilidades de estos estudiantes.

El diseño de las situaciones didácticas de la experimentación buscó medir el cambio en el nivel de cuatro competencias disciplinares en nueva museografía y dos transversales, con sus subcompetencias, definidas por la



investigación documental desarrollada por el mismo proyecto y las declaradas por el modelo Tec21 (Tecnológico de Monterrey, 2019) respectivamente (Cuadro 1).

	Competencias	Subcompetencias	
Disciplinares	Museográficas: Crea espacios inmersivos en ambientes narrativos, teniendo en cuenta los fundamentos estéticos y de usabilidad, a través de las tecnologías multimedia y el estudio de su correcto funcionamiento para llegar a componer objetos de exposición en ambientes incentivadores de experiencias.	Estrategia visual	1. Desarrolla un concepto visual museográfico particular para el proyecto expositivo, que lo distingue y caracteriza, y que es acorde con las teorías de estrategia visual. A partir de este concepto museográfico, establece con el equipo los conceptos particulares de diseño. 2. Escucha, interpreta y emite soluciones pertinentes en distintos contextos de manera crítica y reflexiva.
		Creación de nuevos contenidos	3. Crea en colaboración y co-creación un proyecto de diseño de exposición es decir de implementación de narrativas a través del guión, el espacio, los recursos disponibles (humanos y económicos) y la colección si la hay. 4. Demuestra apertura ante la diversidad de públicos; sus intereses, habilidades y posibilidades en una exposición. Diseña un proyecto de ambientes narrativos pensando en la inmersión de los públicos meta en las exposiciones.
Transversales	Comunicación: Utiliza distintos lenguajes, recursos y estrategias comunicativas de manera efectiva y acorde al contexto, en su interacción en distintas redes profesionales y personales, con diferentes propósitos o finalidades.	Comprensión de otros códigos	1. Genera discursos comunicativos en los que utiliza diversos códigos (visual, sonoro, arquitectónico, espacial, gráfico, etc.) que toman en cuenta contextos geopolíticos y socioculturales.
	Razonamiento para la complejidad: Integra diferentes tipos de razonamiento en el análisis, síntesis y solución de problemas, con disposición al aprendizaje continuo	Pensamiento sistémico	2. Analiza problemáticas con una visión integrada desde la inter y la transdisciplinariedad, concibiendo la realidad como un conjunto de sistemas interconectados.

**Cuadro 1 Competencias disciplinares y transversales medidas. Elaboración propia a partir de la investigación documental y declaradas por el Modelo Tec21 (2019)**

Para la definición de un nivel de dominio avanzado en competencias disciplinares, se construyeron criterios de éxito a partir de las reflexiones y definiciones conceptuales de Aranzazu-López, *et al.* (2018) sobre *Narrativas museográficas interactivas* y el Marco evaluativo para la colaboración en el arte experimental de Minski (2020) presentado en el cuadro 2. Para la medición de las transversales, se consideraron las Tablas de criterios de evaluación (Tecnológico de Monterrey, 2019) para dichas competencias con relación al pensamiento sistémico y la comprensión de otros códigos. En la validación de la comparación propuesta para la medición del nivel de competencias se considera como criterio de éxito el grado de mediación<sup>2</sup> que llega a producir la exposición del museo.

Las situaciones didácticas de la experimentación se diseñaron a lo largo de tres momentos correspondientes a la planeación de las exhibiciones programadas y en el encuadre práctico-teórico del *Art thinking* y el modelo de residencia artística del museo. En un primer momento, dentro de siete cursos declarados en la entrada de estudios creativos o similar de educación general, exploración de área, disciplinar y bloque disciplinar de la formación profesional del Tecnológico de Monterrey campus Puebla<sup>3</sup> los alumnos inscritos se ven inmersos en un programa museológico que consiste en recorridos inspiradores, charlas, talleres, prototipos y acciones por parte de artistas residentes y expertos-académicos invitados por el museo dentro del programa de exhibiciones.

Una segunda fase consistió en la participación en el proceso de investigación curatorial, y diseño y producción museográfica de 85 alumnos provenientes de los cursos de la primera fase e inscritos en este momento en prácticas profesionales y servicio social en el MUI por un semestre. En esta segunda fase, se hizo una evaluación inicial a través de portafolios de proyectos y grupos de enfoque para determinar el nivel de competencias en museografía y otras transversales relacionadas con en el diseño de experiencias narrativas.

Finalmente, en un tercer momento el proyecto de exhibición desarrollado por el MUI es evaluado en su componente museográfico, a través de un análisis de contenido y como resultado de la inteligencia colectiva con los

<sup>2</sup> Mediación museística entendida como la experiencia resultante de la enseñanza producida por las narrativas museográficas y se mide con relación a su [1] posibilidad de comunicación recíproca, [2] la expansión de contenidos y [3] la inclusión de diversos públicos (Aranzazu-López, *et al.*, 2018).

<sup>3</sup> Los cursos integrados al proyecto fueron impartidos entre agosto-diciembre de 2019 y febrero-junio de 2021 y construyeron un universo de 140 estudiantes. Los integrados fueron: Cultura visual y sonora, Estética, Arte instalación, Diseño e innovación, Arte de emociónarte, Diseño interactivo, Producción de audio, video y diseño digital.



Open Ended	Between	Closed Ended
<i>transdisc collab</i>	<i>interdisc collab</i>	<i>cross to multi collab</i>
Process formed	Adaptive	Preconceived
Complexity increases		Complexity Decreases
Beyond disciplinary		Strict disciplines
accepts uncertainty (chaos)		Systematic
Unstructured	Blending structures	Structured divisions
Uncontained		Contained
Risk		Risk-averse
Long-term		Short-term
<i>art-science</i>	<i>art+science</i>	<i>art and science</i>
ongoing	time specific	outcome specific
<i>Art Catalyst</i>	<i>STEM/STEAM</i>	<i>STEM + A or Art + STEM</i>
Collective mind	Fully integrated	Art Informs
divergent thinking		convergent thinking
questions wander		solutions / products
uncomfortable		Direction
Innovation accidental		Comfortable
New modes of knowledge	co-authoring	Innovation as purpose
Art as framework	Arts x Industry	STEM makes Art
Art as culture		Creative Industries
motivated	compliance	Art as product
communal		Survival
more research focus		Utilitarian
Lack of policy		more commercial focus
Other Thinking	Design Thinking	Established policy
<i>non-linear</i>		<i>Linear</i>
<i>Reflexive</i>		<i>Non-Reflexive</i>
Experimental film	Sci-Fi film	Traditional Film
Invisible Leadership		Authority
Social flow		individual flow
Irrational		Rational
Non-defined	Ill-Defined	Well defined
Jazz		Orchestra
increased intrinsic		decreased intrinsic
increased open source		increased strict IP
Collaboration	Coordination	Cooperation

**Cuadro 2 Marco evaluativo para la colaboración en el arte experimental de Minski (2020)**

estudiantes participantes. Junto con entrevistas a profundidad, se determinó el nivel alcanzado en ellos de las competencias disciplinares y transversales (Cuadro 1) declarados en el diseño experimental. El contraste entre la primera evaluación y la última permitió identificar el cambio en el nivel de competencias estudiadas. De igual forma, el análisis de contenido del guión museográfico diseñado para cada exhibición permite validar la comparación hecha.

**Comentarios Finales**

La experimentación de la innovación propuesta desde el proyecto desarrollado en el MUI se vio envuelta en el contexto provocado por la crisis sanitaria provocada por la pandemia de COVID-19. Así, se desarrolló el 90% de la experimentación en un contexto de educación digital, siendo únicamente la prueba piloto en formato presencial durante el mes de noviembre de 2019. A pesar de este cambio radical, los aprendizajes se hicieron más interesantes, reflejándose estos en el resumen de resultados que a continuación se presenta:

*Resumen de resultados*

El caso de experimentación de innovación educativa que presenta el proyecto “Aprendizaje basado en retos en el museo del Tecnológico de Monterrey” desarrollado por el MUI deja observar cómo el museo abordado como un espacio de experimentación e investigación basado en el pensamiento artístico, es un espacio catalizador para la formación de competencias profesionales de los estudiantes que ingresan al área de estudios creativos del Tecnológico de Monterrey en campus Puebla, sin diferenciar significativamente el semestre que se

encuentran cursando, ya que el resultado de las evaluaciones iniciales y finales realizadas a los 85 alumnos participantes e inscritos en el programa de prácticas profesionales y servicio social del MUI reflejan que en general, en un 80% aproximadamente, los estudiantes demuestran un cambio en el nivel de dominio de las competencias disciplinares y transversales. Particularmente, se resaltan una mejora y cambio en el nivel de dominio, desde básico a avanzado, de las dos competencias transversales y sus subcompetencias en el 85% de los estudiantes, mientras que este cambio en el nivel de dominio de las disciplinares se observa en un 75% de los estudiantes participantes.

De igual manera, el análisis de contenido llevado a cabo a las exhibiciones diseñadas y producidas como parte de este proyecto de innovación educativa refleja un alto grado de medicación de las tres exhibiciones integradas a la experimentación, resaltando así que la experiencia resultante de la enseñanza producida por el diseño de las narrativas museográficas permite la comunicación recíproca entre los públicos y la exposición, expande a otras formas de realidad, digital por ejemplo, los contenidos de dichas narrativas, y finalmente provoca la inclusión de una mayor diversidad de públicos. Como estrategia de validación de la comparación entre el nivel de dominio inicial y final dentro de una relación de alumnos participantes de 10 a 8.

*Conclusiones*

Los resultados obtenidos comprueban la funcionalidad y papel estratégico que los museos universitarios pueden llegar a tener como nuevos centros culturales en la educación por competencias, en donde los métodos disruptivos, híbridos y promotores del pensamiento transdisciplinar entre arte y ciencia producidos desde enfoques como la nueva museografía representan una formación integral basada en la colaboración como inteligencia colectiva capaz de producir soluciones innovadoras a retos con alta complejidad.

Un descubrimiento significativo para la comprensión en los factores en la construcción y desarrollo de competencias de los estudiantes consistió en comprender que el modelo de las 3Cs (colaboración, coordinación y cooperación) del arte experimental de Minski (2020) tiene una relación directa en el alcance en el nivel de dominio indiferenciado por el semestre que cursa el estudiante. Se presupone a raíz de esta observación que la inteligencia

colectiva generada producto de la sinergia de la misma situación didáctica puede permitir el desarrollo temprano de las competencias disciplinares en aquellos estudiantes de los primeros años del área de estudios creativos.

### Recomendaciones

A raíz de los contextos digitales en los que se tuvo que implementar la experimentación, las investigaciones que puedan producirse a partir de ésta puede concentrarse en los contextos presenciales e híbridos tomando como un factor trascendental el diseño de las llamadas experiencias transmediales o crossmediales, complejizando un poco más en contextos diferenciados territorialmente, por ejemplo en universidades con centros culturales o proyecto culturales de ciudades del centro y sureste del país con relación a algunos casos del norte de México. Se sugiere, de esta manera, que existe un amplio campo aún por explorarse y con múltiples posibilidades para mejorar el aprendizaje y con ello, la formación de competencias en un mundo diferente raíz de los cambios socioculturales provocados por la pandemia vivida en estos últimos dos años.

### Referencias

- Amador, R. (2009). Arte y Ciencia-El arte de Pensar con arte. (pensamiento), (palabra). Y obra, (2). <https://doi.org/10.17227/ppo.num2-298>
- Aranzazu-López, C. U.; Bahamón-Cardona, C. A. y Beltrán Cardona, D. F. (2018). Narrativas museográficas interactivas. *trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 10(19), 75-86.
- Buitrago Restrepo, F y Duque Márquez, I (2013). *The Orange Economy: An Infinite Opportunity*. Inter-American Development Bank
- EVE (2016). *Museos y nueva museología (I)*. Recuperado el 08 de julio de 2019 de <https://evemuseografia.com/2016/07/15/museos-y-nueva-museologia-i/>
- Fonseca Escudero, D., Redondo Domínguez, E., & Valls, F. (2016). Motivation and academic improvement using augmented reality for 3D architectural visualization. *Education in the Knowledge Society*, 17 (1), 45-64. doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks20161714564>
- Getting Smart (2018). *Show What You Know: A Landscape Analysis of Competency-Based Education*, XQ Institute.
- ICOM (2019). *International Museum Day*, Recuperado de <https://icom.museum/en/activities/events/international-museum-day/>
- Malmqvist, J., Rådberg, K. K., y Lundqvist, U. (2015). Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences. Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, P.R. China. Recuperado de: [http://rick.sellens.ca/CDIO2015/final/14/14\\_Paper.pdf](http://rick.sellens.ca/CDIO2015/final/14/14_Paper.pdf)
- Minski, Kristefan. (2020). Collaboration in experimental art: case studies in co-creation, transdisciplinarity and art-science practice at Ars Electronica Futurelab. 10.13140/RG.2.2.34658.66242.
- MUI (2021). *Proyectos*. Recuperado el 15 de mayo de 2021 de <http://elmui.online>
- Niessen, B. (2019). Cosa sono i nuovi centri culturali, l'avanguardia della trasformazione culturale. Recuperado el 1 de julio de 2021 de <https://www.che-fare.com/i-nuovi-centri-culturali-sono-fondamentali-ecco-cosa-dobbiamo-fare-per-salvarli/>
- Observatorio de Innovación Educativa (2016). ¿Hacia dónde se dirige esta tendencia? Recuperado de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsabr>
- Tecnológico de Monterrey (2018). Modelo educativo Tec21. Retrieved February 20th, 2019 from <http://modelotec21.itesm.mx/les/folletomodelotec21.pdf>
- Tecnológico de Monterrey (2019). *Competencias transversales: Una visión desde el modelo educativo Tec21*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey: Monterrey, N.L.
- Traverso-Ribón, I., Balderas-Alberico, A., Doderó, J. M., Ruiz-Rube, I., & Palomo-Duarte, M. (2016). Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basadas en proyectos. *Education in the Knowledge Society*, 17 (1), 19-43. doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171943>

# Identificación de Niveles de Agua en Tinacos y Cisternas y Bombeo Automático con Ayuda de Semáforos y Circuitos

L.I. Emilio Morales Fernández<sup>1</sup>  
M. en I.S.C. Esteban Sánchez Escarriola<sup>2</sup>

**Resumen**— El presente trabajo pretende mostrar el desarrollo e implementación de un sistema domótico, que muestre de manera preventiva los niveles de agua en tinacos y cisternas y a la vez permita establecer un nivel mínimo de agua en el tinaco para que se llene automáticamente para evitar la falta del líquido en el hogar.

**Palabras clave**—Domótica, Automatización, Arduino, Sustentabilidad, hogar.

## Introducción

La domótica es el Conjunto de técnicas orientadas a automatizar una vivienda, que integran la tecnología en los sistemas de seguridad, gestión energética, bienestar o comunicaciones, entendiendo esta definición sabemos que la domótica está en muchos hogares de nuestros familiares o amigos, desde una Smart TV hasta casas completamente automatizadas.

¿Qué pasaría si esa comodidad se viera reflejada en nuestras actividades diarias?, una actividad tan sencilla como lo es subir agua de la cisterna al tinaco, puede parecer que no presenta mayor inconveniente, pero que sucede cuando la cisterna no tiene agua y se enciende la bomba o si se deja encendida la bomba por mayor tiempo del necesario, en primer lugar si la cisterna no tiene agua y se enciende la bomba, esta trabajara en vacío y se quemara, en el segundo caso, el agua se derramara del tinaco y existe la posibilidad de que la bomba se quemara aunado a que, el consumo de luz puede verse afectado.

Actividades como el monitoreo de niveles de agua en cisternas y tinacos, y la automatización del llenado del tinaco son posibles gracias a la domótica, el consumo de luz se vería afectado de manera positiva ya que, la bomba estaría encendida el tiempo exacto y al contar con los niveles de agua marcados en el tinaco, el monitoreo sería en tiempo real.

## Descripción del Método

### Análisis

Se realizó un análisis de diferentes dispositivos que en esencia tienen una función similar al que se propone en este trabajo de investigación, sin embargo, de los dispositivos revisados, ninguno de ellos cumple con la función de validar niveles de agua en tinaco y cisterna a la vez, esto permite que se active el encendido de la bomba sin que esta tenga agua.

### Desarrollo

El desarrollo de este dispositivo se realizará mediante la programación de una placa Arduino micro controlador ATMEGA328F con el lenguaje de C++. Dentro de las líneas de código se incluirán las validaciones para evitar que la bomba se encienda si la cisterna está vacía.

### Objetivos

Crear un sistema domótico basado en micro controladores programados en lenguaje C++ para satisfacer el suministro de agua potable de la cisterna propia al tinaco en casa habitación, así como la medición de los niveles de agua, sin la necesidad de interacción humana, brindando comodidad a los habitantes de la casa.

Contar con un monitoreo del consumo del líquido, para una toma de decisiones, en cuanto al tanque de retrete, regadera, jardín etc.

Evitar el sobrellenado del tinaco, derramamiento del líquido, sobre calentamiento de la bomba debido a factores de distracción, como lo son, televisión, celular, pláticas entre personas.

<sup>1</sup> El L.I. Emilio Morales Fernández es Estudiante de la Maestría en TI en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. [203101012@cuautitlan.tecnm.mx](mailto:203101012@cuautitlan.tecnm.mx)

<sup>2</sup> El M. en I.S.C. Esteban Sánchez Escarriola es Profesor de la Maestría en TI en el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán Izcalli, Estado de México. [esteban.se@cuautitlan.tecnm.mx](mailto:esteban.se@cuautitlan.tecnm.mx)

## Material



**Figura 1** placa Arduino micro controlador ATMEGA328F

En la *Figura 1* se puede observar la placa sobre la que se programara el dispositivo, es una placa de desarrollo de tamaño compacto, completa y compatible con protoboards. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 pueden ser usando con PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de 16Mhz, conexión Mini-USB, terminales para conexión ICSP y un botón de reseteo.



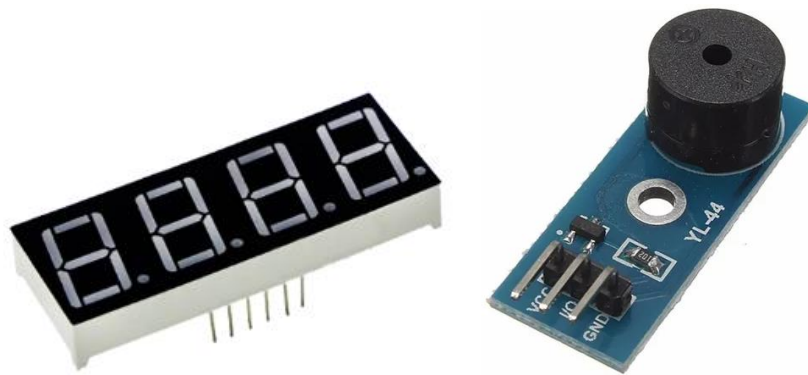
**Figura 2** Sensor de nivel

En la *Figura 2* se puede observar el sensor de niveles también conocidos como "interruptor de nivel" o "sensor de boya", son instrumentos que trabajan con un interruptor de contacto (reed switch) y un flotador magnético. El movimiento del flotador abre o cierra el contacto eléctrico. Con ellos, se consiguen soluciones versátiles y de bajo coste para su automatización.



**Figura 3 Relevador de 12 a 128 volts y 3 amp**

En la *Figura 3* se puede observar el relevador que se utilizara para encender la bomba de agua, es un interruptor que puede ser controlador eléctricamente. Este dispositivo también puede entenderse como un controlador electro-mecánico.



**Figura 4 Display y Zumbador**

En la *Figura 4* se puede observar el display y el zumbador que notificaran alertas relevantes sobre los niveles de agua en cisterna y tinaco.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

Los resultados de este trabajo de investigación se aplican directamente en la economía de las personas que serán beneficiadas por el dispositivo domótico, en primera instancia podremos observar que, el consumo energía eléctrica derivada del uso de la bomba de agua, así como el desperdicio del líquido por derramamiento se verá reducido de manera considerable.

#### *Conclusiones*

La domótica y sus aplicaciones hacen que la vida de las personas sea más fácil y sencilla, adicional a esto brinda la comodidad y abre un mundo de posibilidades al poder interconectar diferentes aplicativos y producto en un mismo lugar y ocuparlos con solo decir “Google, enciende la bomba”.

### *Recomendaciones*

Debido a que no existe mucha información sobre este tema, es recomendable seguir investigando y abordándolo para generar un beneficio a la sociedad en la que vivimos, ya que en un principio esta investigación está enfocada a las personas que cuentan con cisterna y tinacos propios, pero el dispositivo tiene un alcance mayor, al poder usarse en unidades habitacionales y evitar el desperdicio del agua.

### **Referencias**

Prosegur. (2021). Marzo, 03, 2021. Evolución de la domótica: cómo nace y cómo es ahora, de Movistar Prosegur Sitio web: <https://blog.prosegur.es/evolucion-de-la-domotica-historia/#historia-y-evolucion-de-la-domotica>.

www.arkiplus.com. Portal especializado en temas de arquitectura, construcción, paisajismo y arte con más de 2300 artículos publicados a la fecha. Título del artículo: "Historia de la Domótica". Fecha de publicación: . Autoría del artículo: Equipo de redactores de Arkiplus.com. Consultado el 17/03/2021, desde la url: <https://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica/>

Spicer, D. (2016). THE ECHO IV HOME COMPUTER: 50 YEARS LATER. 14/03/2021, de Computer History Museum Sitio web: <https://computerhistory.org/blog/the-echo-iv-home-computer-50-years-later/>

Dinámica en Soluciones. (2021). Medidor de Agua. Marzo, 14, 2021, de Dinámica en Soluciones Sitio web: <https://distribuidornacional.com/Medidor-de-Nivel-de-Agua-Tecnolevel>



# Uso de la Telefonía en la Activación del Sistema de Salud Durante la Contingencia Covid-19 en el Estado de México

Dra. Esmeralda Morales González<sup>1</sup>, Mtra. Perla Morales González<sup>2</sup>,  
Dr. Godwin González Estrada<sup>3</sup> y Mtro. Víctor Manuel Montes de Oca Vieyra<sup>4</sup>

**Resumen**—Como estrategia de apoyo en la fase inicial de la pandemia por Sars-Cov-2, se estableció la línea Covid EdoMex, en el Estado de México, en este trabajo de investigación nos dimos a la tarea de dar seguimiento a la fase inicial de la atención telefónica enfocada en la orientación médica brindada a través de esta modalidad, con el objetivo de determinar la utilidad de la telefonía en la activación del sistema de salud en los meses de abril a julio del año 2020, analizando la base de datos obtenida de las llamadas registradas, encontrando un número importante de llamadas de los mexiquenses con diferencias por región así como por género, logrando brindar un apoyo a la población.

**Palabras clave**— Telefonía, Covid-19, Pandemia, Asesoría Covid.

## Introducción

Existen estudios previos (Paez y Rodriguez, 2020; Kwan y Lai, 2010; Wennberg et. al. 2010 y Schubert y Köster, 2010) que demuestran la utilidad del uso de dispositivos tecnológicos como: teléfonos inteligentes, aplicaciones de telemedicina e incluso el uso de telefonía en la atención primaria a la salud; así como en el seguimiento de enfermedades crónicas, donde se ha visto la significancia de su uso; con base en ello, a inicios del año 2020, la enfermedad ocasionada por el virus SARS-CoV-2 en Asia (Sharma, 2020) se declaró pandemia por la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 11 de marzo (Buss y Tobar, 2020), extendiéndose hacia Europa, y acercándose cada vez más a nuestro país y sin duda al Estado de México, el sistema de salud, a través de los Servicios de Urgencias del Estado de México (SUEM), se dio a la tarea de capacitar personal médico, paramédico y psicológico del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) en la orientación médica enfocada en la prevención; así como en la identificación de casos sospechosos de Covid-19 y la atención psicológica para atender las llamadas telefónicas que la población mexiquense podía realizar desde cualquier municipio del Estado de México. La importancia de implementar la línea telefónica era el dar brindar apoyo a las diferentes instancias de salud, tratando de evitar su saturación, además de evitar la exposición innecesaria de la población mexiquense de contagio, motivo por el cual se consolidó una red de respuesta con las jurisdicciones sanitarias correspondientes para evaluar la toma de muestra y/o manejo médico correspondiente cuando se detectaban casos sospechosos a través de la línea telefónica.

## Descripción del Método

### Metodología

Este proyecto se trata de un estudio descriptivo, retrospectivo y longitudinal de las llamadas telefónicas que fueron recibidas en el periodo de abril a julio del año 2020, por el personal médico, paramédico y psicológico del Instituto de Salud del Estado de México capacitado en lo referente a COVID-19, quienes atendieron las llamadas en el Centro de Atención Telefónica del Gobierno del Estado de México (CATGEM) así como en el Centro Regulador de Urgencias (CRUM) del Estado de México, Las llamadas que se consideraron en este estudio fueron aquellas realizadas por los mexiquenses y que no tuvieran derechohabencia aunque hubo también llamadas de otros estados de la República o que tenían seguro médico, estas no fueron seleccionadas. Los datos obtenidos se obtuvieron mediante la realización de un formulario de google forms basada en la definición operacional emitida por la Secretaria de Salud.

<sup>1</sup> La Dra. en C. S. Esmeralda Morales González es Jefa del Departamento de Protección Civil del Instituto de Salud del Estado de México y Coordinadora de la Línea Covid EdoMex, Toluca, Estado de México. [draesmog@gmail.com](mailto:draesmog@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. en C. S. Perla Morales González es Profesora de metodología de la investigación, psicología, criminología, y administración en Universidad Tecnológica Iberoamericana S. C. Xalatlaco, Estado de México. [prlaglz534@gmail.com](mailto:prlaglz534@gmail.com)

<sup>3</sup> El M. C. con Esp. en S. P. Godwin González Estrada es Subdirector de los Servicio de Urgencias del Estado de México del Instituto de Salud del Estado de México, Toluca, Estado de México. [godwin\\_97@hotmail.com](mailto:godwin_97@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Mtro. Víctor Manuel Montes de Oca Vieyra es Asesor de los Servicios de Urgencias del Estado de México del Instituto de Salud del Estado de México, Toluca, Estado de México. [vicmontvie61@gmail.com](mailto:vicmontvie61@gmail.com)

### Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva, buscando la media y frecuencias mediante la hoja de cálculo de Excel para ordenar datos, así como estadística no descriptiva mediante ANOVA de una sola vía utilizando el programa GraphPad Prism versión 5 para el análisis estadístico.

### Implicaciones éticas

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Materno Perinatal “Mónica Pretelini Sáenz” con el número de registro 2020-10-705.

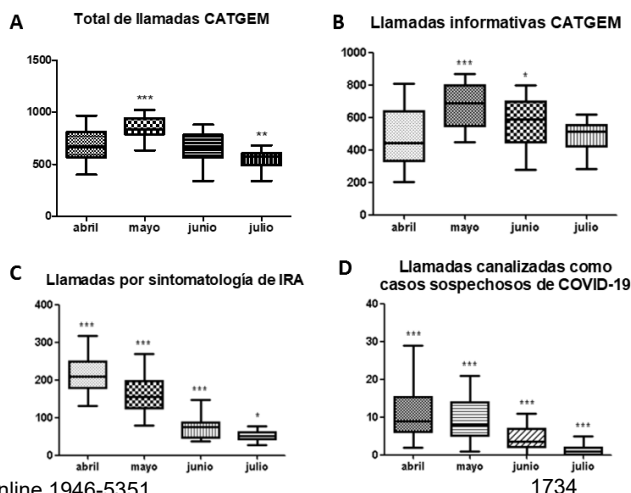
## Resultados

Por medio de la plataforma de CATGEM se llevó el registro del número de llamadas realizadas en los meses de abril-julio del año en curso, atendiendo un total de 82,901 llamadas referentes a COVID-19 de las cuales, distribuidas en los meses fueron en abril N = 20,334 ( $677.8 \pm 155.3$ , Mean  $\pm$  SD), mayo N = 26,033 ( $839.8 \pm 114.2$ , Mean  $\pm$  SD), junio N = 19,587 ( $652.9 \pm 131.6$ , Mean  $\pm$  SD) y julio N = 16,947 ( $546.7 \pm 79.6$ , Mean  $\pm$  SD). A su vez estas llamadas fueron clasificadas en llamadas informativas (N = 67,051), llamadas con sintomatología de IRA (Infección Respiratoria Aguda) (N = 15,244), de los cuales, se identificaron algunos casos como sospechosos (n = 765), quienes con base a la definición operacional emitida por la Secretaria de Salud y por medio del cuestionario aplicado fueron identificados; y por último en llamadas psicológicas (N = 583), en el siguiente tabla 1, se describe el número de llamadas clasificadas por mes con su respectiva media (Mean)  $\pm$  desviación estándar (SD):

Mes	Total llamadas N	(Media $\pm$ DE)	Llamadas informativas n	(Media $\pm$ DE)	IRAS n	(Media $\pm$ DE)	Sospechosos canalizados n	(Media $\pm$ DE)	Psicología n	(Media $\pm$ DE)
abril	20334	677.8 $\pm$ 155.3	13863	642.1 $\pm$ 178.3	6392	213.1 $\pm$ 47.6	308	10.8 $\pm$ 6.4	79	2.6 $\pm$ 2.1
mayo	26033	839.8 $\pm$ 114.2	20823	671.7 $\pm$ 134.8	5004	161.4 $\pm$ 49.2	282	9.1 $\pm$ 5.3	206	6.6 $\pm$ 3.1
junio	19587	652.9 $\pm$ 131.6	17185	572.8 $\pm$ 133.2	2220	74.0 $\pm$ 28.7	124	4.1 $\pm$ 3.0	182	6.1 $\pm$ 2.5
julio	16947	546.7 $\pm$ 79.6	15180	489.7 $\pm$ 83.1	1628	52.5 $\pm$ 14.3	48	1.5 $\pm$ 1.4	139	4.5 $\pm$ 2.3

**Tabla 1.** Llamadas telefónicas recibidas en CATGEM, clasificadas por motivo de llamada y por mes. IRA (Infección Respiratoria Aguda), Media  $\pm$  Desviación Estándar.

Se realizó el análisis de varianza utilizando Tukey como post-hoc entre las medias de los meses en el total de llamadas, encontrando diferencias significativamente estadísticas ( $p < 0.0001$ ) entre los meses de mayo con los demás meses y el mes de junio con el mes de julio (Gráfica 1A); con respecto a las llamadas informativas se realizó el mismo análisis, observando diferencia estadística ( $p < 0.0001$ ) similar al anterior en el mes de mayo con los demás meses así como el mes de abril con junio (Gráfica 1B); en cuanto al análisis estadístico de las llamadas por sintomatología de IRA se encontró significancia estadística ( $p < 0.0001$ ) entre todos los meses con excepción del mes de junio con el mes de julio (Gráfica 1C); una vez evaluada la llamada se identificaron las llamadas con sintomatología de probable COVID-19, encontrando diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) entre la mayoría de los meses, con excepción del mes de abril con el de mayo y el de junio con el de julio (Gráfica 1D).



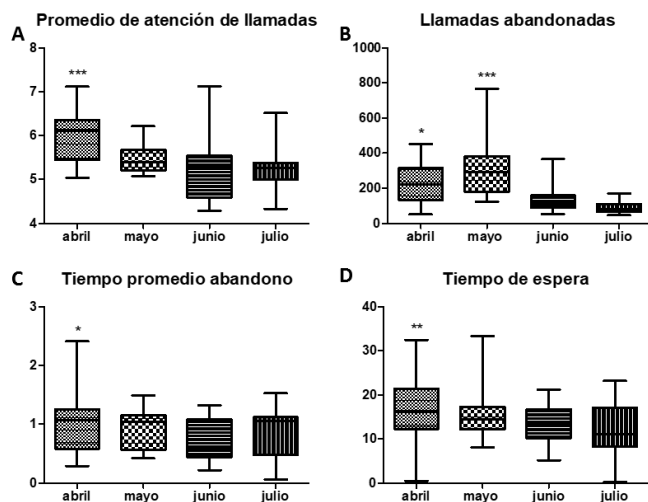
Algunos parámetros que se consideraron durante la recepción de llamadas en CATGEM por mes durante los cuatro meses, fueron los siguientes: el promedio de tiempo de atención de una llamada atendida fue de entre 5 a 6 minutos aproximadamente, llamadas abandonadas (N = 22,913), el tiempo promedio de abandono fue de aproximadamente 1 minuto por la saturación de las líneas telefónicas, así como el tiempo de espera de un usuario para ser atendido luego de hasta casi un cuarto de hora, en la tabla 2 se observa el total con las medias y su desviación estándar (Mean ± SD).

**Gráfica 1.** Llamadas telefónicas recibidas en la línea de atención COVID-19. A. Total de llamadas recibidas ( $p < 0.0001$ ). B. Llamadas informativas sin síntomas ( $p < 0.0001$ ). C. Llamadas de usuarios con síntomas de infección de vías respiratorias agudas ( $p < 0.0001$ ). D. Llamadas que al ser evaluadas por infección de vía respiratoria cumplía con criterios de sospecha de COVID-19 ( $p < 0.0001$ ).

Mes	Tiempo promedio de atención (hora, minuto)	Media ± DE	Llamadas abandonadas N	Media ± DE	Tiempo promedio de abandono	Media ± DE	Tiempo de espera	Media ± DE
Abril	3h 0m	6.0 ± 0.5	6,560	223.4 ± 110.1	1'00	1.0 ± 0.4	17'	17.0 ± 7.2
Mayo	2h 8m	5.5 ± 0.4	9,318	300.6 ± 154.0	1'30"	0.9 ± 0.3	15'	15.5 ± 5.7
Junio	2h 7m	5.3 ± 0.7	4,121	137.4 ± 71.8	1'10"	0.7 ± 0.4	13'	13.4 ± 4.3
Julio	2h 7m	5.2 ± 0.5	2,773	89.5 ± 29.2	1'20"	0.8 ± 0.4	12'	12.0 ± 5.3

**Tabla 2.** Parámetros adicionales de la línea COVID-19.

Al realizar el ANOVA por una vía aplicando Tukey como post hoc en las medias del tiempo promedio de atención durante las llamadas encontramos diferencias estadísticas en el mes de abril con todos los meses ( $p < 0.0001$ ) (Gráfica 2<sup>a</sup>); con respecto a las llamadas abandonadas se observa significancia estadística ( $p < 0.0001$ ) entre los meses de abril y especialmente mayo con todos los meses (Gráfica 2B); en cuanto al tiempo promedio de abandonadas se encontró diferencias estadística ( $p < 0.03$ ) del mes de abril con junio (Figura 2C); en lo que corresponde al tiempo de espera se encontró diferencia estadística entre los meses de abril con julio ( $p < 0.004$ ) (Gráfica 2D).



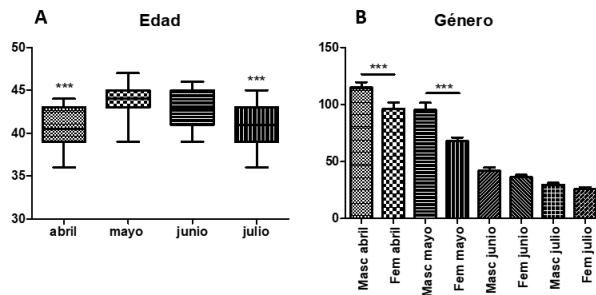
**Gráfica 2.** Datos complementarios en la atención de llamadas de la línea COVID-19. A. Promedio de tiempo en atención de llamadas. B. Llamadas abandonadas. C. Tiempo promedio de abandono en la línea COVID-19. D. Tiempo de espera durante la atención de las llamadas.

En la atención del usuario, a través, de la línea telefónica disponible a todo el Estado de México, se encontró que la edad promedio de los usuarios por meses fue de 41 años ± 2.1 DE en abril, 44 años ± 1.8 DE en mayo, 43 años ± 2 DE en junio y de 41 años ± 2.5 DE durante el mes de julio; en los cuales, al realizar la prueba estadística ANOVA

por una vía con Tukey como post hoc se encontraron diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) entre las edades de los meses de abril y julio con los meses de mayo y junio, como se observa en la Gráfica 3<sup>a</sup>. También se consideró el género de los usuarios de la línea COVID-19 donde la media y la Desviación Estándar se puede observar en la tabla 3 y al aplicar la prueba estadística se encuentran diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) entre los grupos masculino y femenino de abril como de mayo con los demás meses, mientras que los meses de junio y julio no existen diferencias estadísticas en ambos géneros (Gráfica 3B).

	Masculino				Femenino			
	abril	mayo	junio	julio	abril	mayo	junio	julio
Media	114.9	95.2	41.9	29.8	96.4	68.0	36.2	26.2
DE	25.7	35.7	16.3	8.4	30.1	17.5	12.2	7.9

**Tabla 3.** Media y Desviación Estándar (DE) por género de usuarios de la línea COVID-19.



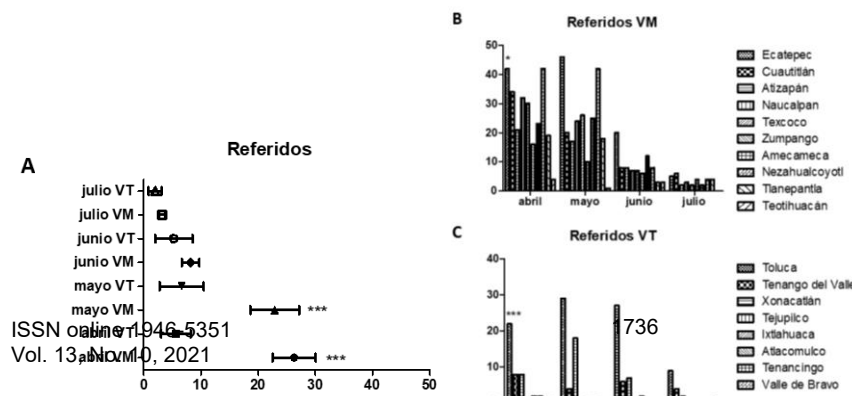
**Gráfica 3.** Edad y Género de usuarios de la línea COVID-19. A. Edad. B. Género

De las llamadas recibidas a la línea COVID-19, tras aplicar un cuestionario con base a la definición operacional para identificar pacientes sospechosos ( $n = 762$ ) de esta enfermedad (Gráfica 1D), estos fueron referidos a las 10 jurisdicciones del Valle de México ( $n = 606$ ) y a las 8 jurisdicciones del Valle de Toluca del Estado de México ( $n = 156$ ), distribuidos en los meses de abril, mayo, junio y julio como se observa en la tabla 4 con su respectiva media y desviación estándar (DE).

	VM				VT			
	abril	mayo	junio	julio	abril	mayo	junio	julio
n	263	229	82	32	45	53	42	16
Media	26.3	22.9	8.2	3.2	5.6	6.6	5.3	2.0
DE	11.9	13.4	4.9	1.8	7.3	10.9	9.2	3.1

**Tabla 4.** Usuarios de la línea telefónica con signos y síntomas sospechosos de COVID-19. VM – Valle de México. VT – Valle de Toluca

Al realizar en análisis estadístico con ANOVA de una vía, encontramos diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) entre las referencias del mes de abril del VM (Valle de México) con los demás meses tanto del VM como del VT (Valle de Toluca) con excepción del mes de mayo del VM, así como las referencias del mes de mayo del VM con las demás referencias tanto del VM como del VT de junio y julio como se observa en la Gráfica 4<sup>a</sup>. Con respecto al análisis estadístico entre las jurisdicciones del Valle de México (VM) solo se encontró diferencia estadística ( $p < 0.0005$ ) entre la jurisdicción de Ecatepec con la jurisdicción de Teotihuacán (Gráfica 4B), mientras que en las jurisdicciones del Valle de Toluca (VT) existen diferencias estadísticas ( $p < 0.0001$ ) principalmente por la jurisdicción de Toluca con las demás jurisdicciones del VT como se observa en la Gráfica 4C. Adicionalmente se encontraron diferencias estadísticas entre el VM con el VT ( $p < 0.0005$ ), es decir, entre la jurisdicción de Ecatepec con la jurisdicción de Tejupilco, Ixtlahuaca, Atlacomulco, Tejupilco y Valle de Bravo.

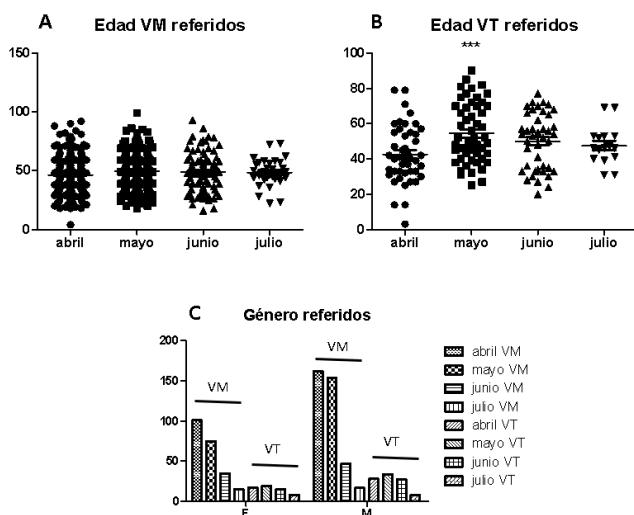


**Gráfica 4.** Usuarios de la línea telefónica con signos y síntomas sospechosos de COVID-19 referidos a las jurisdicciones correspondientes del Estado de México. A. Referidos en el Estado de México. B. Referidos de los municipios del Valle de México. C. Referidos del Valle de Toluca.

Se analizaron los datos de edad de los usuarios referidos a las jurisdicciones correspondientes del Estado de México, también se puede observar el género en la tabla 5. Al realizar el análisis estadístico de ANOVA de una vía, no existen diferencias estadísticas de edad entre los usuarios del VM en los diferentes meses (Gráfica 5<sup>a</sup>), mientras que se encontró diferencia estadística ( $p < 0.004$ ) en los usuarios del VT del mes de abril con mayo únicamente (Gráfica 5B). Al comparar las medias entre la edad por meses entre el VM con el VT encontramos diferencias estadísticas ( $p < 0.002$ ) entre mayo de VT con abril de VT y abril VM. Con respecto al género, se obtuvieron los porcentajes, observando un mayor porcentaje en el género masculino en todos los meses tanto en el VM como en el VT con excepción de julio donde los porcentajes fueron similares (Tabla 5).

	Edad VM				Edad VT			
	abril	mayo	junio	julio	abril	mayo	junio	julio
n	263	229	82	32	45	53	42	16
Media	46.3	49.6	48.9	48.3	42.6	54.4	50.1	47.6
DE	15.2	13.9	17.0	11.7	16.3	16.8	15.9	10.8
	Género VM				Género VT			
	abril	mayo	junio	julio	abril	mayo	junio	julio
Femenino	101 (38.4%)	75 (32.8%)	35 (42.7%)	15 (46.9%)	17 (37.8%)	19 (35.8%)	15 (35.7%)	8 (50%)
Masculino	162 (61.6%)	154 (67.2%)	47 (57.3%)	17 (53.1%)	28 (62.2%)	34 (64.2%)	27 (64.3%)	8 (50%)

Tabla 5. Edad y género de usuarios referidos. DE – Desviación Estándar.



Gráfica 5. Edad y Género de usuarios de la línea telefónica referidos a jurisdicciones del Estado de México

## Discusión

Cuando ocurre una contingencia, cambia la rutina que se llevaba en el lugar donde esta sucede, generando buscar nuevas alternativas para adaptarse al cambio, en nuestro país el primer caso importado de coronavirus fue en la Ciudad de México el 28 de febrero del 2020 (SSA, 2020), mientras que el primer caso importado positivo de COVID-19 reportado por la Secretaria de Salud del Estado de México fue el 6 de marzo (ISEM, 2020). Por lo que

dadas las características de la enfermedad y las medidas preventivas generadas, una forma de brindar apoyo a la población mexiquense fue con la habilitación de la línea telefónica. Aunque el uso de la telefonía ha sido utilizada con anterioridad para atención primaria en salud o en enfermedades crónicas (Paez y Rodriguez, 2020; Kwan y Lai, 2010; Wennberg et. al. 2010 y Schubert y Köster, 2010), actualmente en tiempos de pandemia, con base a los resultados obtenidos en este proyecto se puede observar la utilidad para realizar un triage telefónico que permite reconocer usuarios que no necesitan acudir al servicio médico evitando la saturación hospitalaria así como la exposición innecesaria de la población, que solo requieren de medidas de prevención, identificar algunas personas con enfermedades crónicas, metabólicas o infecciosas que pueden ser valoradas a distancia, personas que necesitan ser escuchadas, e incluso, la identificación de pacientes sospechosos de estar infectados por Covid-19 y por este medio proporcionar información para recibir tratamiento en casa o indicar cuando debe acudir a alguna unidad hospitalaria.

La comunicación es el medio básico y fundamental de convivencia humana, que se da a través de una multiplicidad de habilidades y recursos de expresión (Fang, Nie y Penny, 2020), además de ser el medio para transmitir y expresar lo que se encuentra en el interior de una persona, sean pensamientos, ideas o emociones (Traverso, Flores y Palacios, 2017). La pandemia por COVID-19 ha introducido cambios únicos para la comunicación en salud, uno de estos cambios es el incremento de información falsa contenida en plataformas de los diferentes medios de comunicación haciendo uso de lenguaje, sentimientos y tácticas, que contribuyeron a la crisis en salud (Ratzan, Sommariva y Rauh, 2020; Rosen, 2020); sin embargo, se debe considerar que existió un flujo de información bastante incrementado y rápido de muchas regiones, autoridades de salud internacionales como nacionales así como asociaciones y organismos reguladores donde algunas plataformas de diferentes medios sociales tuvieron una participación activa en la difusión de dicha información (Eghtesadi y Florea, 2020). Motivo por el cual la capacitación del personal y la actualización de información de fuentes oficiales permitieron brindar la atención que requiere la población mexiquense.

### Conclusión

El uso de la línea COVID permitió brindar servicios de tipo informativo y/o preventivo (N = 67,051; 80.9%) en su mayoría, haciendo énfasis en las medidas establecidas por la Secretaría de Salud del Estado de México, que incluía la sana distancia, el uso de cubrebocas, lavado de manos con agua y jabón al menos durante 20 segundos, el uso de sanitizantes como alcohol al 70%, cloro al 10%, gel antibacterial o sales cuaternarias de amonio, mantener la casa ventilada y limpia, desinfectar utensilios así como superficies de uso común con alcohol al 70% o con cloro al 10%, en caso de estornudar hacerlo en el ángulo interno del codo, evitar el contacto de ojos, nariz o boca, información sobre los síntomas, destacando el cuidado en los grupos más vulnerables como las personas mayores, mujeres embarazadas o personas con enfermedades crónicas como cáncer, diabetes, hipertensión, etc.

### Comentarios Finales

#### *Agradecimientos*

Agradecemos el apoyo del Centro de Atención Telefónica del Gobierno del Estado de México así como de todo el personal del Instituto de Salud del Estado de México involucrado en la línea Covid EdoMex.

### Referencias

- Buss P, Tobar S. COVID-19 and opportunities for international cooperation in health. *Cadernos de saude publica*. 2020; e00066920.
- Eghtesadi M, Florea A. Facebook, Instagram, Reddit and TikTok: a proposal for health authorities to integrate popular social media platforms in contingency planning amid a global pandemic outbreak. *Canadian Journal of Public Health*. 2020;389–91
- Fang Y, Nie Y, Penny M. Transmission dynamics of the COVID-19 outbreak and effectiveness of government interventions: A data-driven analysis. *J Med Virol*. 2020 Jun 1;92(6):645–59.
- Kwan R, Lai C. Can smartphones enhance telephone-based cognitive assessment (TBCA)? *International journal of environmental research and public health*. 2013;7110–25.
- Páez H, Rodríguez N, Páez E. Uso didáctico de las tecnologías de la información y comunicación en las universidades: ¿aspiración o expectativa? *paradigma*. 2020;484–507.
- Schubert, Ihle, Köster. [Internal confirmation of diagnoses in routine statutory health insurance data: concept with examples and case definitions]. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*. 2010;316–22.
- Secretaría de Salud (SSA). Gobierno de México. Se confirma en México caso importado de coronavirus COVID- 19. 2020 Feb 5.
- Secretaría de Salud (SSA), Instituto de Salud del Estado de México (ISEM). Atiende EdoMex primer caso importado de COVID-19. 2020.
- Sharma A. Novel Coronavirus Disease (COVID-19). *Resonance*. 2020;647–68.
- Traverso Holguin PAM, Williams Flores BGM, Palacios Bauz I del RM. La comunicación efectiva como elemento de éxito en los negocios. first.
- Ratzan S, Sommariva S, Rauh L. Enhancing global health communication during a crisis: lessons from the COVID-19 pandemic. *Public health research & practice*. 2020
- Rosen G. An Update on Our Work to Keep People Informed and Limit Misinformation About COVID-19. 2020.
- Samborondón, Ecuador: Universidad ECOTEC; 2017. p. 102.



Wennberg D, Marr A, Lang L, O'Malley S, Bennett G. A Randomized Trial of a Telephone Care-Management Strategy. *The New England Journal of Medicine*. 2010;1245-55.

# El Sobreesfuerzo y Autoexplotación: Exigencias del Sujeto Posmoderno

Mg. Tatiana Morales Lasso<sup>1</sup>, Mg. Liceth Rocío Bejarano Arias<sup>2</sup>, Ing. Diego Fernando Uribe Ante<sup>3</sup>

## Resumen

La postmodernidad ha traído transformaciones en las relaciones sociales, en tanto la pérdida de discursos sólidos que homogenizan las formas de actuar, pensar y entablar relaciones con los demás y su contexto. Es así, como a través de autores como Zygmunt Bauman, Byung-Chul Han, Mujica y Michael Foucault, entre otros, se describe al sujeto en la Sociedad de la transparencia y la Sociedad del cansancio, donde se deja alienar por discursos de autoexplotación, esperanzado en la realización como sujeto social, es así como en la actualidad tras el uso de instrumentos electrónicos y lemas publicitarios, son adoctrinados la mente y el cuerpo de los sujetos, engañados por el deseo a la libertad y de superación. Sin embargo, se plantean alternativas de emancipación a partir de la indagación constante y la búsqueda de gobierno de sí mismo. La metodología del artículo está basada en el desarrollo narrativo y hermenéutico de los fenómenos de la sociedad actual.

**Palabras clave**—Sociedad del cansancio, Sociedad de la transparencia, postmodernidad, discurso, sujeto

## Introducción

La complejidad y fragilidad son características ineludibles de las relaciones humanas evidenciadas en todas las épocas de nuestra historia, desde los primeros hombres en la prehistoria, pasando por la edad antigua y media para llegar al hoy, la postmodernidad, una época donde la cultura, la tecnología y el surrealismo han hecho complicado lo sencillo, ilegítimo lo genuino y ha abierto brechas irreconciliables en la relación con los demás. La postmodernidad exige cimentar sistemas para configurar discursos y moldear relaciones en una modernidad líquida que cambia de forma constante, en donde no existe un espacio definido y lo único estable es el cambio, rasgos que definen la sociedad del cansancio .

Además, la cotidianidad cada vez va envolviendo al sujeto posmoderno en una idealización de su éxito y búsqueda de su felicidad, sometándose a lo que sea necesario para alcanzar dichos logros, “presumiendo que somos libres, pero en realidad nos explotamos apasionadamente hasta colapsarnos” y acudiendo a “la motivación y producto como métodos más efectivos para la explotación que las órdenes” (Gresser, 2020). Estas dos sentencias fueron plasmadas en el documental ensayístico de Isabella Gresser que gira en torno al fenómeno de la fatiga y sus síntomas en las sociedades neoliberales contemporáneas de Byung-Chul Han quien menciona, que la sociedad capitalista ha encontrado la manera de modelar discursos que permiten a los ciudadanos creer en el espejismo de una libertad inexistente, a través de frases como “Yes, we can” o “lo mejor está aún por venir”. Lo anterior ha permitido tener todo al alcance, pero a cambio de participar voluntariamente en una gran subasta, de la cual se despliega ese ¿Quién da más?, y es el mismo sistema que cada vez consume, agota y aísla más. Asimismo, este sistema que domina al mundo en vez de buscar el enfrentamiento directo para controlar a las masas globalizadas, pretende una entrega voluntaria de la privacidad y la intimidad por parte del sujeto posmoderno.

## Descripción del Método

Este estudio se basa en la Ontología del presente, puesto que se generan reflexiones frente a los fenómenos que suceden en este momento histórico desde una perspectiva crítica y filosófica, buscando más que superar problemáticas, la emancipación de los investigadores, partiendo de los discursos abordados en instituciones cotidianas. Para tal fin, este estudio se basó en la recolección de muestras documentales, desde una perspectiva de análisis de las tendencias y acciones de los sujetos postmodernos, convirtiéndolos en herramientas de investigación.

Del mismo modo, la ontología del presente como metodología, se centra en los dispositivos de poder

<sup>1</sup> Tatiana Morales Lasso es Profesora de Licenciatura en educación infantil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia. tatiana.morales.1@uniminuto.edu

<sup>2</sup> Liceth Rocío Bejarano Arias Profesora de Licenciatura en educación infantil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Colombia. liceth.bejarano@uniminuto.edu

<sup>3</sup> Diego Fernando Uribe Ante Coordinador de Colegio San Luis González, Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Coordcali@fmsnor.org

formulados por Foucault (1978), configurando un discurso frente a la forma de operar de la postmodernidad y su arraigo en los sujetos, en tanto sus prácticas y narrativas, se ven tangencialmente determinadas por los dilemas incorporados en la actualidad.

### **Cuerpo principal**

Frente a los elementos mencionados de las características de los sujetos postmodernos y teniendo como referencia la actual sociedad hiperconectada y hiperproductiva, se llega a las siguientes reflexiones:

Resulta contradictorio que en un mundo globalizado donde se tiene la oportunidad de conocer las realidades y contextos de los diferentes países, continentes y culturas de forma más fácil y accesible, el ser humano es cada vez más insensible, indiferente y apático. La esperanza entonces, consiste en la fuerza motora de la minoría, que impulsa el verdadero cambio. Solidaridad necesaria para la construcción de una posmodernidad que aprovecha las ventajas de la modernidad líquida y mejora sus defectos.

Pero mientras la generalidad sea una sociedad que no siente el dolor del otro, debido a la rapidez de la vida, cada vez los seres humanos están expuestos y abiertos a dar un sí ante todo lo que se les pide, tratando de mantener un estatus ante el mundo. En este sentido, los medios de comunicación y de información saturan las mentes con discursos extremistas, amarillistas, politizados y ausentes de un verdadero sentido de apropiación y pertinencia de los problemas de la sociedad actual. Se podría decir que los sistemas hiper-informados han bloqueado lo esencial de las personas y por lo tanto su verdadero “ser” humano, masas que levantan sus miradas, aprecian la desgracia del que tienen al lado y sin pena de compartir su sufrimiento, agachan la cabeza y continúan sin rumbo alguno en medio de la aceleración de esta gran organización llamada sociedad, ocasionando una transformación del pensamiento que ve al prójimo como alguien que limita al no cumplir el objetivo, en vez de aportar a las metas que se desean alcanzar. Lo anterior, desencadena una cultura de competencia, rendimiento y optimización, pues ese sujeto de la posmodernidad sólo conoce dos estados: funcionar o fracasar.

Por otro lado, la vida cada vez se vuelve más precaria y banal en su ética, determinada por la falta de valores, el instinto de supervivencia ante la decadencia económica y la fragilidad de la vida misma, manteniendo en constante riesgo los lugares donde comúnmente se realizan los rituales de la cotidianidad: la oficina, el colegio y el hogar, convertidos en sitios de paso para individuos sedentarios en sus hábitos de vida, pero que a la vez, han vuelto al nomadismo, incapaces de establecerse en un mismo lugar.

Otra característica de la modernidad líquida es que los comportamientos, pensamientos y sentimientos entre las personas se sostienen de bases poco fortalecidas, derivando en una tendencia denominada “amor líquido” (Bauman, 2003) concepto asumido por el sociólogo Zygmunt Bauman definido por el establecimiento de vínculos débiles, superficiales, ambiguos y la carencia de certezas, donde se destaca el papel fundamental que cumplen las redes sociales, plataformas digitales que permiten la interacción de dos o más individuos sin la necesidad de estar cara a cara, ni en el mismo instante de tiempo, permitiendo la adaptación de las relaciones sociales a la acelerada vida del mundo actual.

Como se ha dicho, la inestabilidad es la consecuencia de la ausencia inherente de los rituales en la vida del ser humano y la aparente comunicación que ofrecen los sistemas informáticos actuales, han dado lugar a el consumismo acelerado por la digitalización, que juega un papel importante en el cual, el ser humano debe ser consciente de las necesidades no solo de las otras personas, sino también de los demás seres vivos que habitan el planeta. Dicho en otras palabras, el sujeto posmoderno debe reconocer que este espacio en el que vive es el único que tiene y los recursos son limitados, una vez que cada cabeza pensante sea consciente de este hecho, debe aportar a la construcción de la sostenibilidad del mundo.

Ahora bien, la identificación del problema no la hace en sí algo útil para la creación de un camino de descontaminación y desintoxicación, no solo física sino también digital, para esto se debe ahondar en las preguntas: ¿Quiénes somos?, ¿De dónde venimos? y ¿Adónde vamos?, tal cual lo expresa Pepe Mujica en uno de sus tantos discursos memorables:

“(…) los depósitos de conocimiento no van a estar más dentro de nuestras cabezas, sino ahí afuera, disponibles para buscarlos por internet...van a estar todas las respuestas, lo que no van a estar son todas las preguntas, en la capacidad de interrogarse va a estar la cosa, en la capacidad de formular preguntas fecundas que disparen nuevos esfuerzos de investigación y aprendizaje”. (Mujica, 2010)

Al traer a colación estos argumentos que plantea Mujica, nuevamente se hace referencia a los individuos sin criterio, simplemente expuestos a buscar todas sus preguntas desde “internet”, pero a su vez, es la invitación para que la educación aumente el grado de autonomía, de iniciativa y de crítica en cada individuo, además de revelarse ante un sistema, que pretende moldear cuerpos, mentes y hasta espíritus a su antojo, y es ahí donde el papel de la educación a través de la investigación, el aprendizaje y la enseñanza serán primordiales para formar seres que se gobiernen a sí mismos y no se dejen gobernar por los demás.

Actualmente el mundo y su sociedad están sometidos a una desnudez de la información, pues no existen secretos, ni tabús, ni misterios, todo se da a conocer, se vende y se consume, es así como La Sociedad de la Transparencia lleva a la información total, donde el hombre ya no tiene privacidad, pues el mismo se ha encargado de publicar su vida, tal como lo exige el entorno.

Anteriormente, se ha observado una representación de lo que significa “la transparencia”, la cual, pretende apoderarse del sujeto en todas sus acciones sociales, homogeneizando sociedades, rasgo característico de La Sociedad de la Transparencia, que busca totalizar y sacar provecho para convertir todo recurso humano en mano de obra del sistema productivo aludiendo a los discursos homogenizantes que venden humo y sensaciones de libertad. Lo anterior, resumido en palabras de Han (2020) “(...) la transparencia no declara libre al hombre, sino sólo a los datos y las informaciones.” (p.106)

Modelar discursos donde la felicidad, la paz, la tranquilidad, el dinero, los amigos y demás promesas se ofrecen como artículos de feria, hacen creer a los ciber-consumidores que el esfuerzo solo es un trámite innecesario o un sufrimiento necesario para la consecución de sus sueños. Esta puede ser quizá, la principal causa de la liquidez, de ese espejismo que tiene como principal característica la ausencia de honestidad, confianza y persistencia, relaciones en donde la solución a todos los problemas es la finalización unilateral de un pacto que parece firmado en los muros de Facebook, Instagram o Tinder y ante una notaría llamada “seguidores”.

La sociedad de la transparencia se enfatiza en su exposición y estructuración de los comportamientos, simulando a las máquinas y sin ir muy lejos a los avatares, personajes modelos según los estándares de belleza, que sonríen y expresan las emociones de un cuerpo imperfecto. Es así, como la aceleración en la modernidad líquida, exige cada vez exponernos ante una sociedad donde “vivimos en una especie de pantalla global donde todo el mundo quiere ser visible a cualquier precio” (Lozano, 2019) esta premisa se logra identificar en la serie Merlí.

Se debe agregar que, las fotos y videos hacen realidad la vida en la mentalidad del sujeto posmoderno, y si no te muestras no existes; los filtros, los ángulos, las poses, el maquillaje y los “boomerang” son ahora más importantes que la verdadera esencia de la fotografía, guardar recuerdos y preservar momentos, se cambió la imagen de la familia, amigos y paisajes por likes, emoticones y comentarios. Las inseguridades se hacen más comunes en la visión de los consumidores de red, los videos de los famosos, los cuerpos esculturales y la masificación de la perfección, oscurecen la interiorización del ser humano donde lo único que oyen es el eco de su propia voz, ese “yo” que deriva del narcisismo que se ha quedado solo, en busca de la autorrealización o producción de sí mismo.

A pesar de las buenas intenciones iniciales de las mentes brillantes que dieron origen a las redes sociales, estas se han tergiversado, pues ahora también se pueden eludir compromisos y desmontar posibles interrelaciones y hasta la relación de una persona consigo misma, es así, como la virtualidad puede ampliar un panorama lleno de posibilidades, ofertas de amistades, incluso de amores, donde cada quién decide si seguir este juego y le saca gran ventaja de ello, pero como resultado, quien decide asumir este tipo de roles encuentra una manera práctica de establecer o concretar conexiones laxas.

Los dispositivos electrónicos a la vez han permitido el acceso a la información y dan paso a la creación de islas existenciales donde solo pertenecen el usuario y la realidad que se adapte a sus gustos y preferencias, es decir, a través de un celular y un par de audífonos, las personas pueden ignorar el mundo tangible a su alrededor y entrar a un sistema que le permite a través de algoritmos, encontrar la satisfacción a sus deseos más undanos.

Es importante en este punto traer a colación un tema de actualidad, el coronavirus, este puso a prueba el sistema, donde los hombres se vieron obligados a dejar su cotidianidad, su vida de antes y lleva enfrentarse a una nueva realidad, la cual exige una vigilancia donde resulta sumamente eficaz para controlar la epidemia, es decir, al momento de realizar cualquier actividad, antes de ingresar debes disponer tu cuerpo para la toma de temperatura y de tus datos básicos (nombre, apellidos, edad, número de cédula, dirección de residencia, etc.) estas y muchas más son las preguntas frecuentes que realizan en la nueva normalidad, además, se incorporó una nueva prenda de vestir (el tapabocas) y qué pensar del distanciamiento social, donde los medios de comunicación promueven la solidaridad con el otro, al cumplir los protocolos de bioseguridad, que realmente lo que pretende es a la propia supervivencia y como lo plantea Byung - Chul Han “sobrevivir se convertirá en algo absoluto.” (Sirguenza & Rebollo, 2020)

Este instinto de supervivencia ha llevado a los gobiernos a tomar decisiones que mitiguen el efecto de los problemas del planeta tierra; donde se observa el biopoder como una biopolítica digital según lo que plantea Michael Foucault, que administra la vida de esta sociedad posmoderna y que acompaña a la psicopolítica digital término de Han, llevando a los hombres a someterse por sí mismos a través del Big Data. La minería de datos permite a los líderes mundiales filtrar grandes cantidades de datos y crear una cultura de la conectividad que logra rastrear y predeterminar los gustos y ubicaciones de los usuarios.

Así pues, los países han asumido posiciones radicales que pretenden dar solución a los problemas del mundo, tomando decisiones a las que corresponde su respectiva consecuencia. Por un lado, los países asiáticos han tomado ventaja de los algoritmos avanzados y de sus políticas autoritarias y dictatoriales para tensar sus hilos y abiertamente controlar a sus ciudadanos. Un ejemplo claro es Corea del Sur, donde el control de la pandemia del coronavirus impide a los habitantes de dicho país tener su esfera de privada, a cambio tienen la aparente libertad de vivir menos restringidos en su actuar y conocer rápidamente a través de una aplicación a las personas que están contagiadas y su exacta ubicación. Del otro lado está Europa, un continente que ha recurrido al uso de la soberanía para cerrar sus fronteras y de esta manera controlar la expansión del virus, respetando una aparente privacidad, pero sin saber a ciencia cierta si los datos que circulan en internet sean efectivamente respetados por los líderes de los países que conforman a esta parte del planeta. En Europa empera un individualismo por la costumbre de tener la cara descubierta, los únicos que van enmascarados son los criminales, la faz descubierta de europeos parece obscena al comparar con los Chinos quienes se preocupan por proporcionar mascarillas a todos sus ciudadanos, en Europa ni el personal médico cuenta con este elemento. (2020)

### **Comentarios Finales**

Ahora bien, el mismo sistema ha ido configurando discursos y así mismo, el ser humano se ha ido apoderando de ellos y los hace realidad en su diario vivir, un ejemplo claro de ello es:

- “El éxito no se da de la noche a la mañana. Es cuando cada día eres un poco mejor que el día anterior. Todo suma”. Dwayne Johnson.
- “Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado, un esfuerzo total es una victoria completa”. Mahatma Gandhi.
- “Los vientos y las olas están siempre del lado de los navegadores más capaces”. Edward Gibbon.
- Barack Obama pronunció un discurso al pueblo: “Yes, we can” (Si, lo hicimos. Sí, podemos.)
- “El tamaño de tu éxito será del tamaño de tu esfuerzo”. Francisco de Miranda.
- “Milo te da energía, la meta la pones tú”
- “Hacer posible, lo imposible” eslogan de Samsung.
- #YoMeQuedoEnCasa
- Guardianes Somos Todos #CaliUnidaPorLaVida

Estos discursos que se mencionan anteriormente van configurando sociedades que se enfocan en alcanzar metas y logros a costa de todo, es así como van involucrando estos “lemas” en su cotidianidad hasta convertirlos en verdades y realidades, como consecuencia se ve reflejado un exceso de rendimiento, producción y comunicación; nuevamente se vuelve a plantear el documental “La Sociedad del Cansancio” donde se evidencia una autoexplotación voluntaria y una auto-optimización, que a su vez, es lo que estos discursos conllevan.

Por tanto, el ser humano debe liberarse de las ataduras del sistema, cuestionando el mundo que tiene a su alrededor, dudando de todas las respuestas que se han dado a las preguntas que parecieran encontrarse en un menú predeterminado en las pantallas de los dispositivos, reestructurar su pensamiento de tal manera que la indagación sea

un ejercicio diario para la construcción de bases sólidas, de enriquecimiento de la cultura, eliminación de espejismos. Convirtiendo lo anterior en riqueza de patrimonio inmaterial, base para la liberación de discursos que sujetan y moldean.

Finalmente, es importante plantear la siguiente pregunta, ¿el sujeto de la era digital es realmente libre?, un sujeto que constantemente está siendo monitoreado, que cada vez se va transformando más en un conjunto de datos con el fin de rendir ante una sociedad que lo exige, jugando dos papeles al mismo tiempo (amo y esclavo) sin saber a ciencia cierta cómo liberarse de las sombras dentro de la caverna, por tanto, experimenta una auto cuantificación, autoexplotación que lo lleva a siempre querer más: “Yes, I can”. Además, se deben tener en cuenta el costo por el cual el ser humano está vendiendo su privacidad, llevando a los gobiernos a transformar estados de alarma, de emergencia o de excepción a una nueva normalidad, para desprender los hilos que controlan al individuo exhausto de rendimiento, producción y comunicación. El camino de liberación de las cadenas del sistema se encuentra en el interior de cada uno de los sujetos posmodernos, en ese ejercicio de reflexión e indagación consciente que le permita abrir las alas y volar a su antojo en un mundo sostenible.

## Referencias

- (s.f.). Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48558989>  
(31 de marzo de 2020). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=73wpqOaowHA&feature=youtu.be>
- Bauman, Z. (2003). Amor líquido. Espasa libros .
- Gresser, I. (Dirección). (2020). La Sociedad del Cansancio [Película].
- Han, B. -C. (2020). La desaparición de los rituales . HERDER .
- Han, B. C. (6 de Mayo de 2020). Revista Semana. Obtenido de <https://www.semana.com/cultura/articulo/la-desaparicion-de-los-rituales-byung-chul-han-resena-luis-fernando-afanador/682387/>
- Huxley, A. (s.f.). Obtenido de <https://pongamosquehablodemadrid.com/2016/02/28/una-dictadura-perfecta-aldous-huxley/>
- Lozano, H. (Dirección). (2019). Merlí [Película].
- Mujica, P. (8 de marzo de 2010). Obtenido de <https://radio.uchile.cl/2010/03/08/discurso-de-pepe-mujica-a-los-intelectuales-2/>
- Rubiano-Pinilla, E. (s.f.). La cultura de la conectividad: una historia crítica de las redes. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pacla/v20n2/0122-8285-pacla-20-02-00571.pdf>
- Sirguenza, C., & Rebollo, E. (16 de mayo de 2020). El virus es un espejo, muestra en qué sociedad vivimos. EL TIEMPO.

1.



# Aplicación del Centro de Gravedad en el Restaurante “Carnitas Rodrigo” en Celaya Guanajuato con Metodología SLP

Dr. José Morales Lira<sup>1</sup>, María Fernanda Sanabria Carranco<sup>2</sup>, Gustavo Sánchez Ramírez<sup>3</sup>,  
María Cristina Sosa Cuellar<sup>4</sup>, José de Jesús Tovar Gallegos<sup>5</sup>, Serafín Trejo Pérez<sup>6</sup> y Roxana Jacqueline Zamora Sandoval<sup>7</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación que tiene por objetivo diseñar e implementar un plan estratégico para el establecimiento “Carnitas Rodrigo” realizando un análisis de planeación y diseño de instalaciones mediante el método centro de gravedad y Systematic Layout Planning, para ello se toma en consideración la cercanía con los proveedores y los litros de gasolina que se consumen. Con ayuda del método de centro de gravedad se espera poder encontrar la mejor ubicación para la apertura de una nueva sucursal logrando así obtener mayores ganancias en cuanto a los costos de transporte.

**Palabras clave**—Centro de gravedad, Distribución, Metodología SLP, Localización, Planta.

## Introducción

El presente proyecto tiene como finalidad implementar los métodos abordados en la materia de planeación y diseño de las instalaciones, utilizando uno de esos métodos como herramienta para la localización de empresas o pequeños negocios.

El motivo del desarrollo e implementación de este proyecto en el restaurante "Carnitas Rodrigo" en Celaya Guanajuato es aplicar el método de centro de gravedad, con ello establecer una mejor localización de un posible establecimiento nuevo lo cual impacta principalmente en las ganancias que tiene el negocio, en términos de posibles costos de transporte.

Se comenzará describiendo el problema que lleva a la realización de la investigación, y por qué se decidió aplicar la metodología planteada, además se establecen los objetivos, así como las preguntas de investigación que surgen del planteamiento del problema y lo que se espera obtener con la realización del proyecto.

## Descripción del Método

El método del centro de gravedad consiste en un algoritmo de localización de una instalación considerando otras existentes. Esta es una técnica muy sencilla y suele utilizarse para determinar la ubicación de bodegas intermedias y puntos de distribución teniendo en cuenta las distancias que las separan y el aporte (en términos de utilidad, producción o capacidad) de cada instalación. (Salazar López, 2019) Este método se basa en la idea de que, si interesa minimizar costes de transporte totales, cuanto más demanda tenga un punto, más interesante es ubicarse cerca de él; lo mismo ocurre para aquellos puntos en los que los costes unitarios de transporte son muy elevados. (Robusté Francesc, 2003)

En resumen, cada punto de demanda o producción atrae al almacén hacia sí con una fuerza directamente proporcional al producto del coste unitario de transporte y al flujo de materiales que sale o llega a ese punto. La mejor localización de un almacén, en este caso, sería cerca del centro de gravedad de un cuerpo imaginario en el que cada punto origen – destino tuviera como densidad el citado producto. (Robusté Francesc, 2003)

<sup>1</sup> El Dr. José Morales Lira es profesor de tiempo completo de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [jose.morales@itcelaya.edu.mx](mailto:jose.morales@itcelaya.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> María Fernanda Sanabria Carranco es alumna de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [18030739@itcelaya.edu.mx](mailto:18030739@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Gustavo Sánchez Ramírez es alumno de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [18030656@itcelaya.edu.mx](mailto:18030656@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> María Cristina Sosa Cuellar es alumna de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [18030163@itcelaya.edu.mx](mailto:18030163@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> José de Jesús Tovar Gallegos es alumno de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [18031429@itcelaya.edu.mx](mailto:18031429@itcelaya.edu.mx)

<sup>6</sup> Serafín Trejo Pérez es alumno de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [18031047@itcelaya.edu.mx](mailto:18031047@itcelaya.edu.mx)

<sup>7</sup> Roxana Jacqueline Zamora Sandoval es alumna de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. [17030443@itcelaya.edu.mx](mailto:17030443@itcelaya.edu.mx)

Este método se trabaja con un sistema de coordenadas. A continuación, se presentan diferentes referencias de sistemas geográficos basados en coordenadas:

- Coordenadas geográficas (latitud – longitud).
- Coordenadas cartesianas.
- Coordenadas de un municipio.

Las coordenadas utilizadas en el método deben tener como referencia a un punto de origen, y las fórmulas a utilizar para encontrar las coordenadas óptimas de la nueva localización son:

$$C_x = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ix} * V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad C_y = \frac{\sum_{i=1}^n d_{iy} * V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

*Ecuación 1. Formulas del método centro de gravedad*

Donde:

Cx: Coordenada de la nueva instalación en X.

Cy: Coordenada de la nueva instalación en Y.

Dix: Distancia de la ubicación i en términos de la coordenada X.

Diy: Distancia de la ubicación i en términos de la coordenada Y.

Vi: Aporte de la ubicación

Dada la separación de ejes, la distancia total se minimizará sí y sólo si se minimiza cada una de las proyecciones respecto a cada eje coordenado. Por tanto, basta trabajar con uno de ellos, con lo que se reduce un problema bidimensional a uno unidimensional. (Robusté Francesc, 2003)

La distribución de Muther, también conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza.

Fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 como un procedimiento sistemático multicriterio, igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes, (Torres Soto, Flóres Peña, Sánchez , & Castañeda, 2020) la cual consta de 6 pasos a seguir.

Los 6 pasos son:

- ✓ Diagrama de relaciones.
- ✓ Establecer necesidades de espacio.
- ✓ Diagrama de relaciones entre actividades.
- ✓ Diagrama de relaciones de espacio en la distribución.
- ✓ Evaluación de distribución alternativa.
- ✓ Seleccionar la distribución e instalarla.

#### **APLICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD**

Carnitas Rodrigo, cuenta con una sucursal instalada en la avenida Irrigación, gracias a la demanda y buena respuesta de los clientes, se busca expandir el negocio e instalar una nueva sucursal. Con ayuda del método de centro de gravedad se espera poder encontrar la mejor ubicación para la apertura de una nueva sucursal logrando así obtener mayores ganancias en cuanto a los costos de transporte que pueden surgir.

A continuación, se presenta el planteamiento de los valores, los cuales ayudaran a encontrar el lugar y ubicación óptima para la nueva sucursal, Carnitas Rodrigo.

Ubicaciones	Coordenadas		Litros de gasolina consumidos por día
	X	Y	
A	300	60	1200
B	375	135	400
C	420	300	600
D	400	350	350

Cuadro 1. Vaciado de información

Aplicando la formulación del método centro de gravedad se obtendrían las siguientes coordenadas:

$$C_y = \frac{(60 * 1200) + (135 * 400) + (300 * 600) + (350 * 350)}{1200 + 400 + 600 + 350} = \frac{428,500}{2,550} = 168.03$$

$$C_x = \frac{(300 * 1200) + (375 * 400) + (420 * 600) + (400 * 350)}{1200 + 400 + 600 + 350} = \frac{902,000}{2,550} = 353.72$$

A partir de estos resultados se determina que la instalación óptima se ubicaría en las coordenadas (353,168).

#### APLICACIÓN METODOLOGÍA SLP

El restaurante “Carnitas Rodrigo” consta con 7 áreas, las cuales son:

- ✓ Mostrador.
- ✓ Almacén.
- ✓ Cocina.
- ✓ Barra de bebidas.
- ✓ Baños del personal.
- ✓ Baños de los clientes en general.
- ✓ Área para consumir alimentos.

Se analizó cada una de las 7 áreas y se observó que los principales problemas de la entrega de los alimentos al área de comida provienen de la cocina, debido a la nula organización que se tiene dentro de ella, por ello se busca encontrar una mejor distribución de los diferentes componentes que integran el área de cocina.

Para encontrar la mejor opción para la distribución del establecimiento, específicamente en el área de cocina, fue útil emplear la planeación sistemática de Muther.

A continuación, en la figura 1 se muestra la distribución actual de cada una de las áreas que componen la cocina, de manera más gráfica.

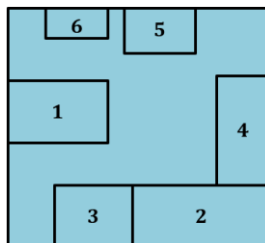



Figura 1. Distribución del área de cocina. Fuente: Carnitas Rodrigo

En donde cada número representa un área dentro de la cocina:

1. Área de preparación de tortillas.
2. Área de preparación de platillos.
3. Área de carnitas.
4. Refrigeradores.

5. Estante de utensilios de cocina, trastes y loza.
6. Fregadero

Para conocer la relación que tiene un área con otras, se realizó un diagrama de relaciones el cual se puede observar en la figura 2, para ello se utiliza el código de letras que se muestra en el cuadro 2 como valores de proximidad.

Código	Relación de proximidad	
A	Absolutamente necesaria	<b>Código de líneas</b> 
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Importancia ordinaria	
U	No importante	
X	Indeseable	

Cuadro 2. Código de letras y líneas



Figura 2. Diagrama de relaciones

En el paso 2 se realiza una tabla (Cuadro 3), donde se establece el espacio de cada área con su medida respectiva.

Área	Medida
Área de preparación de tortillas.	4 m
Área de preparación de platillos.	6 m
Área de carnitas.	2 m
Refrigeradores.	3 m
Estante de utensilios.	0.5 m
Fregadero	3 m

Cuadro 3. Tabla de tareas y medidas

En el paso 3 y 4 se realizó un diagrama en donde se muestra la representación visual de las diferentes actividades, mostrando la relación que tiene una con otra, en la cual se buscan dos alternativas, para esto se utiliza un código de líneas, el cual instruye, la relación que tienen entre cada una de las actividades proporcionadas. El diagrama de relaciones de espacio en la distribución muestra la representación de igual forma de la representación visual de las áreas, pero con sus respectivas medidas.

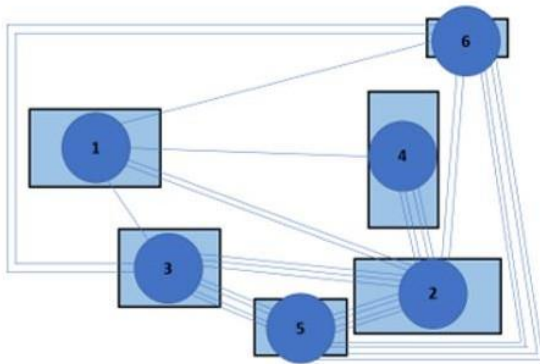


Figura 3. Alternativa A

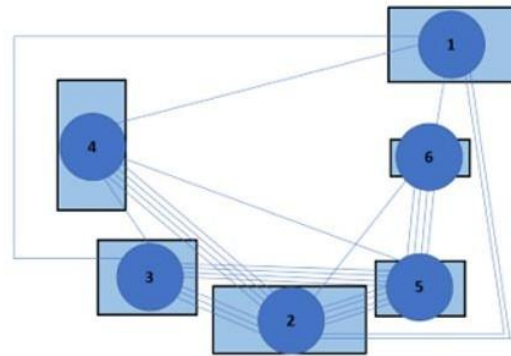


Figura 4. Alternativa B

En la siguiente tabla se muestra la evaluación alternativa en la cual se califica en cuanto a su importancia y así poder llegar a la alternativa más factible. El peso se evalúa dependiendo a la importancia que tiene el factor/consideración y esto con una escala de 1-10.

La primera columna del lado izquierdo de la alternativa A, se evalúa con una escala de 1-4, esto dependiendo a la calificación que se considere que proporciona la alternativa A en cuanto al factor/consideración, y la columna que se encuentra del lado derecho, se calcula multiplicando el peso por las ponderaciones de la columna del lado izquierdo de la alternativa A, y de la misma forma se realiza el mismo proceso con la alternativa B.

Finalmente, para calcular los totales, se suman las columnas del lado derecho de cada alternativa, proporcionando cierta calificación, la cual ayudará a elegir la mejor alternativa, óptima, la alternativa que obtenga la calificación más alta será la distribución de planta que será elegida.

Factor/Consideración	Peso	Alternativas y valores ponderados			
		A		B	
Movimiento de suministros	9	3	27	4	36
Movimiento de personal	10	3	30	4	40
Manejo de materiales	9	4	36	4	36
Seguridad e higiene	10	3	30	3	30
Estética y apariencia	8	2	16	3	24
<b>Totales</b>			<b>139</b>		<b>166</b>

Cuadro 4. Tabla de evaluación.

### Resumen de resultados

De acuerdo al estudio realizado del método de centro de gravedad, el resultado obtenido propone la ubicación en las coordenadas (353,168), el cual se ubicará la nueva sucursal de “Carnitas Rodrigo” en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

A continuación, se muestra la distribución de planta en base a los resultados obtenidos por medio de la metodología SLP, con esta distribución el dueño del restaurante puede tener una mejor visión de cuál puede ser la mejor forma de distribuir las distintas áreas con las que cuenta en su negocio, permitiendo que tanto trabajadores como consumidores tengan una interacción fluida y sin complicaciones.

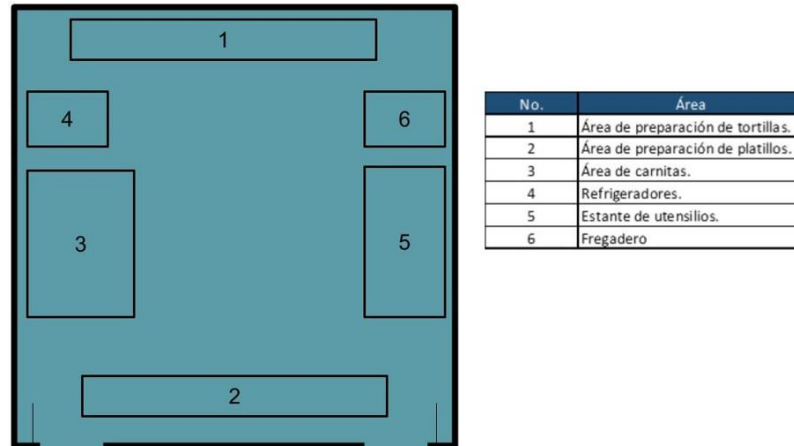


Figura 5. Layout de cocina.

### Conclusiones

La distribución física de una planta es un punto clave para determinar la eficacia y eficiencia de los procesos que ahí se desarrollan por lo que tener una planeación estratégica de la localización y distribución de un negocio ayuda a crecer y mejorar su competitividad.

En este proyecto realizado se deduce que de la adecuada planeación y diseño que se realice de la distribución dependerá el buen funcionamiento de los procesos que se ejecuten en la empresa, ha quedado establecido que la distribución en planta es la integración de toda la maquinaria, materiales, recursos humanos e instalaciones de la empresa. En la mayoría de los casos, la eficiencia de una distribución en planta se puede evaluar en torno a factores como; la inversión de capital requerida para la nueva disposición, su flexibilidad y el costo de manejo de materiales.

Las propuestas para el diseño de una planta industrial no necesariamente surgen como resultado a problemas o no conformidades, en algunas ocasiones surgen porque la empresa siente la necesidad de acercarse al cambio y ser parte de un mundo más competitivo que no solo ofrece productos de calidad, sino que sus procesos son de calidad.

### Referencias

- Carro Paz, R., & González Gómez, F. (2012). LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES. ADMINISTRACIÓN DE LAS OPERACIONES.
- Robusté Francesc, A. (2003, octubre). *Análisis y Business plan de una empresa de transporte de mercancías*. From UPCommons: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6368>
- Salazar López, B. (2019, septiembre 3). *Método del Centro de gravedad*. From Ingeniería industrial: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodo-del-centro-de-gravedad/>
- Torres Soto, K., Flóres Peña, L., Sánchez, C., & Castañeda, N. (2020). SLP Methodology for Plant Distribution in Glue. *Revista Ingeniería*.



# Viabilidad de las Oficinas Físicas en la Compañía “Autotransportes Quetzamani” mediante la Aplicación de la Metodología Delphi y Ponderación de Factores

Dr. José Morales Lira<sup>1</sup>,

Aguilar Díaz Francisco Salvador<sup>2</sup>, Avila Ramírez Juan Pablo<sup>3</sup>, Aguilar Guzmán José Ángel<sup>4</sup>, Ayala Nuño Carlos Emmanuel<sup>5</sup> y Barroso Moreno José Pedro<sup>6</sup>

**Resumen**— El proyecto se enfocó en la atacar una problemática, derivada de la pandemia que se vive actualmente del COVID 19. El sector industrial fue uno de los mas afectados, por lo que se requirió tomar medidas, como trabajar en modalidades virtuales o híbridas, con la finalidad de disminuir los contagios. La empresa Quetzamani adoptó medidas ante la contingencia sanitaria.

La metodología Delphi fue empleada en conjunto con una serie de directivos, expertos y empleados, con el objetivo de determinar si las oficinas son viables o de lo contrario se recomendaría eliminarlas para ahorrar la mayor cantidad de dinero.

Tras determinar las necesidades de la empresa, en base a la información recabada, se aplicó el método de factores ponderados, con el objetivo de identificar cual es la zona idónea para la ubicación de la compañía. Finalmente se realizó una propuesta des layout a cerca de una posible distribución de planta.

**Palabras clave**—COVID 19, Factores Ponderados, Metodología Delphi.

## Introducción

Este proyecto de investigación pertenece y se basa en la materia de “Planeación y diseño de instalaciones” está enfocado a la resolución de un problema actual que se está viviendo en los últimos meses (COVID-19) y que ha causado estragos dentro de diversas empresas, industrias y trabajos que desarrollan sus actividades dentro de oficinas. Con el paso del tiempo y la llegada de las vacunas, la normalidad se ha ido recobrando paulatinamente, por lo que se ha observado una mejoría en la situación. Es importante observar las nuevas formas de trabajo que han llegado, como el “Home Office”

En Autotransportes Quetzamani se empezó a utilizar esta forma de laborar, donde posteriormente se percataron que las eficiencias de los trabajadores se mantenían en un buen desempeño y por consecuencia los directivos cuestionan la necesidad de contar con instalaciones físicas, actualmente para sus trabajadores.

Se busca dar una respuesta a la problemática de seguir rentando las instalaciones o prescindir de ellas ahorrándole a la compañía recursos monetarios, mediante la aplicación del método Delphi y con ayuda de los directivos, expertos y empleados. Se pretende que haya una mejor eficiencia y productividad aceptable de cada trabajador, ya que tienen una alta área de oportunidad para realizar su trabajo de una manera cómoda y con mínimos riesgos, manteniendo su salud en óptimas condiciones, así como la de las personas con las que conviven diariamente.

Actualmente las empresas añoran poder retomar la normalidad, ya que la incertidumbre generada con la pandemia provoca estragos económicos que afectan a todo el país. Autotransportes Quetzamani es consciente de ellos y se plantea tomar un nuevo rumbo, donde las instalaciones jugaran un papel fundamental en su negocio.

## Descripción del método.

### *Diseño del método.*

Para el desarrollo de la presente investigación los autores realizaron la secuencia de pasos que se muestra en la figura 1 y explicados en la descripción del diseño.

<sup>1</sup> Dr. José Morales Lira es Profesor en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

<sup>2</sup> Aguilar Díaz Francisco Salvador es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

<sup>3</sup> Avila Ramírez Juan Pablo es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

<sup>4</sup> Aguilar Guzmán José Ángel es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato

<sup>5</sup> Ayala Nuño Carlos Emmanuel es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato

<sup>6</sup> Barroso Moreno José Pedro es estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato

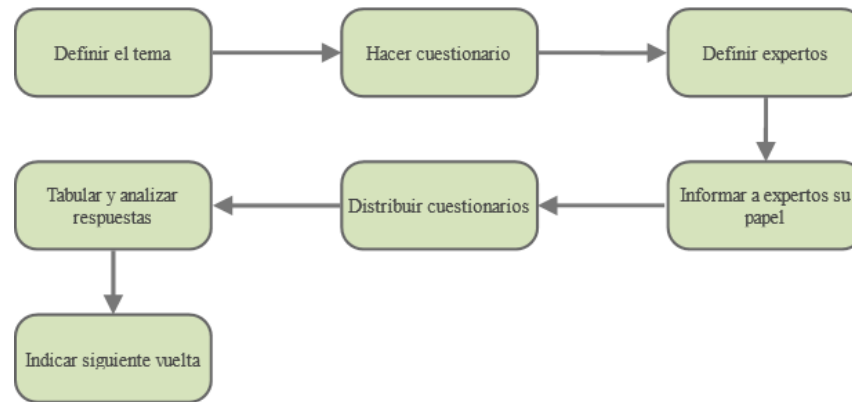


Figura 1. Diseño del método para la aplicación del método Delphi en Autotransportes Quetzamani.

#### Descripción del diseño.

1. Definir el tema. Se realiza un análisis para definir cuál es el problema que aqueja a la empresa y a que se debe el mismo.
2. Hacer cuestionario. Se realiza un cuestionario para obtener la opinión de los trabajadores sobre la situación actual de la empresa y del problema, se elaboran de manera que faciliten la respuesta por parte de los encuestados. Las respuestas habrán de ser cuantificadas y ponderadas.
3. Definir expertos. Se definen los expertos, que estarán encargados de analizar los resultados obtenidos con los cuestionarios, en base a su experiencia.
4. Informar a expertos su papel. Se comunica a los expertos el objetivo de estudio, los criterios de selección, la duración y los resultados esperados.
5. Distribuir cuestionario. Se distribuye el cuestionario a los trabajadores de la empresa para conocer las opiniones.
6. Tabular y analizar respuestas. Se extraen las respuestas de los cuestionarios y se analizan las diferencias entre las respuestas y los puntos en común para dar una conclusión.
7. Indicar siguiente vuelta. Se envían nuevamente los cuestionarios, el objetivo es disminuir la dispersión y precisar la opinión media consensuada.

#### Comentarios Finales

##### Resumen de resultados

Los resultados obtenidos previamente por la metodología Delphi, resultaron ser muy contradictorios a los que se esperaban ya que muchas tareas no son prácticas, perdieron eficiencia y sus resultados en productividad disminuyeron, por otra parte, se consideran que se obtenían mejores resultados al realizar ciertas tareas de manera presencial, a diferencia de otros puestos de trabajo que suelen ser más cómodos y fáciles de realizar desde el home office.

Tomando estos resultados se han observado pérdidas en algunos trabajos de empresas en áreas automotrices, alimentarias, manufacturera ya que estas no pueden obtener los resultados previstos por falta de productividad, practica, diseño y que el rendimiento ha bajado por diferentes motivos que presentan como problemas de conexión, de visión, enfoque, maneras de comunicarse con el personal, entre otros por esto se ha considerado que resulta ser mucho más fácil y practico el trabajo de manera presencial.

Además, la visión de la compañía Autotransportes Quetzamani, así como de los trabajadores, coincide en que en algún punto se puedan reanudar el trabajo presencial al 100% con toda la empresa para poder volver a elevar su economía y productividad que tenían antes de la pandemia por COVID-19.

Desde la perspectiva de la empresa, resulto inminente aplicar la metodología factores ponderados, esto con la finalidad de poder localizar las próximas instalaciones de la compañía, en un lugar optimo, donde se adapte a sus necesidades. El grupo de expertos nuevamente intervino, con la finalidad de establecer las ponderaciones adecuadas a cada factor.

Para esta metodología se consideraron tres posibles locaciones, ubicadas dentro de la ciudad de Celaya, Guanajuato. La alternativa A representa la colonia Centro, la alternativa B representa la colonia San Miguel y la

alternativa C representa la colonia Suiza. Así mismo se empleó la siguiente ecuación, para la determinación del puntaje en cada uno de los factores a evaluar.

$$FS_j = \sum (R_{ij} * W_j)$$

Donde:

$FS_j$  = puntuación global de cada alternativa

$R_{ij}$  = puntuación de las alternativas j por cada uno de los factores i

$W_j$  = peso ponderado de cada factor

Factor de localización	Ponderación del factor (%)	Alternativas		
		A	B	C
1.- Sistema de transporte	30	150	150	90
2.- Precio de renta	20	100	80	100
3.- Fácil acceso y visibilidad hacia el público	17	85	68	51
4.- Conexión a internet.	13	65	65	65
5.- Servicios públicos.	12	48	48	48
6.- Impuestos	8	40	32	32
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>	100	<b>488</b>	443	386

puntuación total de cada alternativa

F  
Figura 2. Método de factores ponderados,

### Conclusiones

Hoy en día el internet juega un papel fundamental, este nos ha permitido desarrollar proyectos, tomar clases e incluso trabajar y todo ello es realizado vía remota, sin embargo, es evidente que la economía ha sufrido a lo largo de esta contingencia sanitaria, ya que las ventas se han caído en algunos sectores industriales e incluso ha existido una escasez de semiconductores que afectan a gran parte de los mercados.

Autotransportes Quetzamani es capaz de trabajar de forma remota, sin embargo, su productividad ha disminuido y con ello también sus utilidades, esto resulta ser una de las principales preocupaciones de la compañía, por lo que les resulta inminente llevar a cabo sus operaciones con normalidad, dentro de sus oficinas.

Los factores ponderados nos permitieron obtener una perspectiva de cada una de las posibles alternativas de localización de sus instalaciones, donde se observa que la colonia Centro es ideal para las actividades desempeñadas por la compañía. Así mismo se diseñó una propuesta de layout, donde las instalaciones fueron distribuidas en base a las relaciones existentes entre las mismas.

### Recomendaciones

La empresa debe mantener sus oficinas para que los trabajadores puedan regresar a laborar con normalidad. Por otra parte, se plantea la idea de establecer un sistema híbrido, en el cual los empleados puedan realizar sus actividades tanto en casa como dentro de la empresa.

Aquellos investigadores interesados en realizar una investigación a cerca de la locación de instalaciones deberán de ser conscientes de las actividades e intereses de la compañía, y de visitar presencialmente aquellas locaciones en las que se planea ubicar a la compañía.

### Referencias.

Gomez, R. C. (s.f.). *Administración de las operaciones*. Universidad Nacional Del Mar Del Plata .

M., R. M. (07 de Enero de 2016). El método Delphi. *D'Innovació i Recerca en Educació*, 87-102.

Varela, M. D. (12 de Enero de 2012). El método Delphi en investigaciones del area de la salud . *Investigación de educación médica*, 39.

White, J. A. (2010). *Facilities Planning* (4ta. ed.). United States: John Wiley and Sons Inc.

### Notas bibliográficas.

**El Dr. José Morales Lira** es profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

**Aguilar Diaz Francisco Salvador, Ávila Ramírez Juan Pablo, Aguilar Guzmán José Ángel, Ayala Nuño Carlos Emmanuel y Barroso Moreno José Pedro** son estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

### Apéndice 1

Encuesta y resultados obtenidos en la presente investigación

1. ¿Tu rendimiento en el trabajo disminuyó en la modalidad “Home Office”?
  - Si
  - No
  - Tal vez
2. ¿Cómo te sientes emocionalmente laborando con esta modalidad?
  - Muy bien
  - Bien
  - Normal
  - Mal
  - Muy mal
3. ¿Has tenido problemas al realizar tu trabajo?
  - Si
  - No
  - Tal vez
4. ¿Te sientes como al trabajar con esta modalidad?
  - Si
  - No
  - Tal vez
5. ¿Estarías de acuerdo en que se establezca esta modalidad como fija?
  - Si
  - No
  - Tal vez
6. ¿Estarías dispuesto a regresar a oficinas, después de un tiempo trabajando en Home Office?
  - Si
  - No
  - Tal vez
7. Si tuvieras que escoger la modalidad de trabajo ¿Cuál sería?
  - Home Office
  - Forma Presencial
  - Otro
8. ¿En qué sería oportuno invertir el dinero que se ahorraría si no existieran las oficinas?
9. ¿Crees que la comunicación en línea es menos efectiva?
  - Si
  - No
  - Tal vez
10. Últimamente, ¿Qué cambios radicales has notado en tu vida debido a esta forma de trabajo?

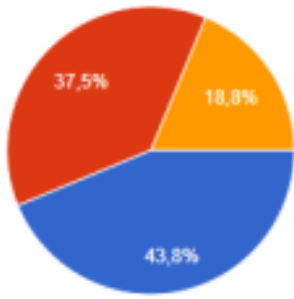


Figura 3. Respuestas pregunta 1.

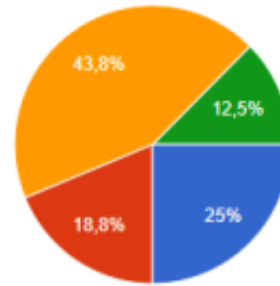


Figura 4. Respuestas pregunta 2.

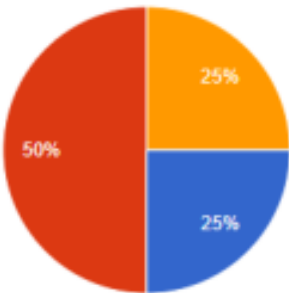
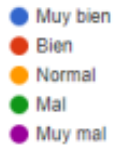


Figura 5. Respuestas pregunta 3.

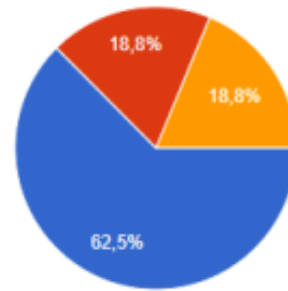


Figura 6. Respuestas pregunta 4.

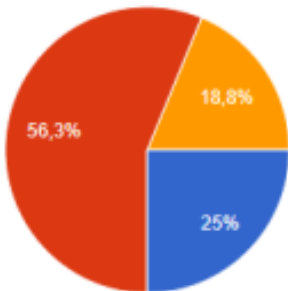


Figura 7. Respuestas pregunta 5.

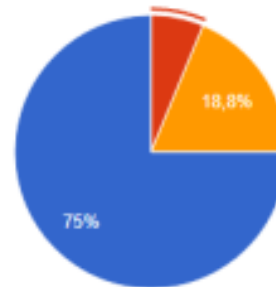


Figura 8. Respuestas pregunta 6.

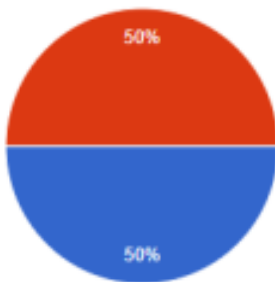


Figura 9. Respuestas pregunta 7.

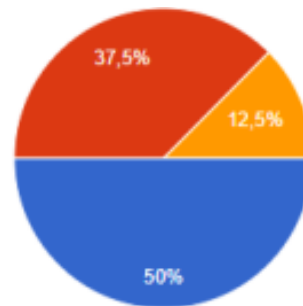
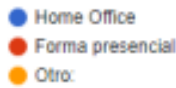


Figura 10. Respuestas pregunta 9.



### Apéndice 2

Localizaciones propuestas y layout.

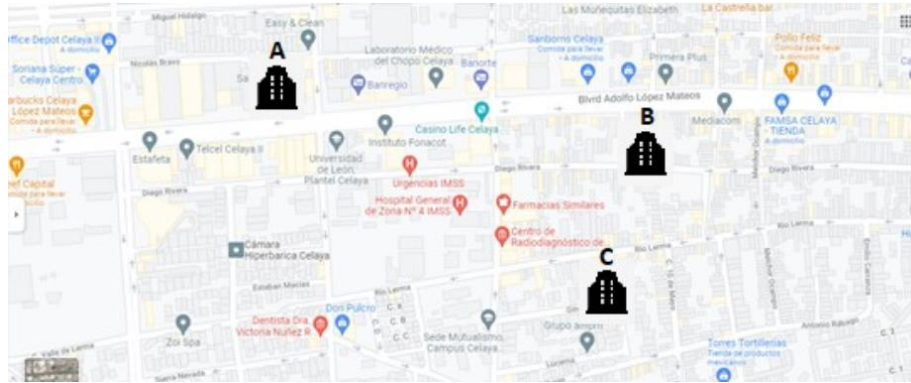


Figura 11. Localizaciones propuestas.

### Apéndice 3

Layout propuesto de las oficinas.

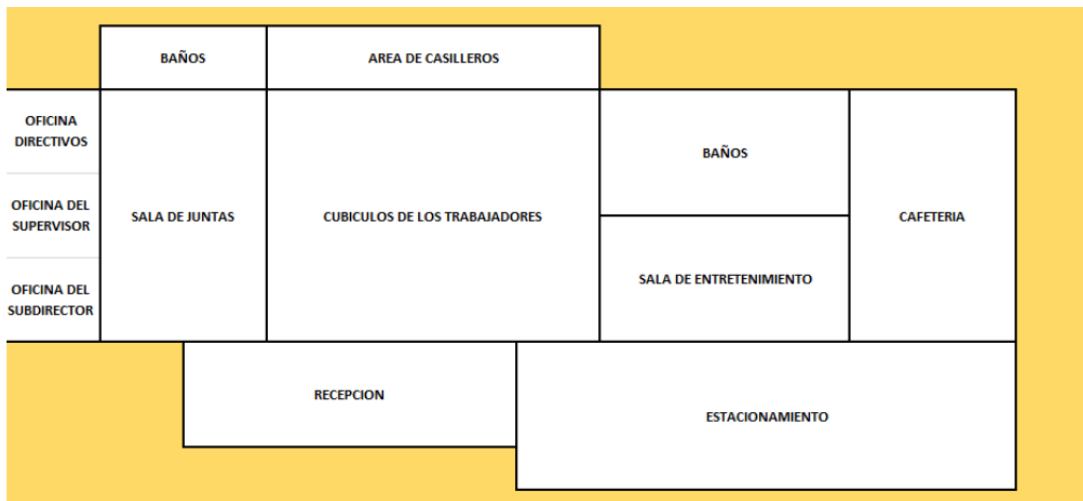


Figura 12. Layout de instalaciones propuesto.



# Rediseño de Planta para una Bodega en el Mercado de Abastos Mediante el Método por Centro de Gravedad y SLP

Dr. José Morales Lira<sup>1</sup>, María Guadalupe Mata Silva<sup>2</sup>, Jennifer Montoya Rodríguez<sup>3</sup>,  
Brenda Noemí Montoya Vega,<sup>4</sup> Gustavo Moreno Ramírez<sup>5</sup> y Julio César Olivero García<sup>6</sup>

**Resumen**— En este documento se presenta la propuesta de mejora para el rediseño de planta de una bodega en el mercado de abastos de la ciudad de Querétaro “Productos y vegetales Marrufo” utilizando la metodología por centro de gravedad y Systematic Layout Planning (SLP). Como parte del proyecto, en este documento se hace una descripción detallada de los métodos y sus procedimientos, así como, los resultados que se obtienen al desarrollarse. Las conclusiones del proyecto son parte de la retroalimentación para mejorar el diseño y distribución de planta, visualizar las ventajas de esta nueva visualización, así como las dificultades que pueden presentar los métodos.

Finalmente, se agregan recomendaciones sugeridas por los investigadores para continuar con la investigación del proyecto o como base para desarrollar otro tema que ayude a mejorar la distribución de la empresa.

**Palabras clave**—Distribución, Localización, Centro de gravedad, Instalaciones, Coordenadas.

## Introducción

El problema de distribución de planta es uno de los más complejos, ya que se requiere que dentro del área se requiere situar algunos elementos o departamentos en una ubicación ideal de una manera que la empresa obtenga el mayor beneficio con ese diseño. Para entender más acerca de la distribución se tiene que “La distribución comprende la organización física de las plantas industriales y centros de servicio, de una unidad nueva o de una reformulación de una planta existente, comprendiendo el espacio para toda la actividad productiva y de soporte”. (Grimolizzi, 2018).

El método de SLP fue desarrollado por Richard Muther, el cual consiste en pasos sistemáticos para realizar la planeación de una distribución y símbolos convencionales para poder identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas en la planeación de la planta.

Así, en este trabajo se planea desarrollar el método SLP para poder realizar el rediseño de la bodega en el mercado de abastos que permita mejorar la distribución de los materiales con los que se trabaja en el lugar, permitiendo una optimización en el flujo de los productos.

De igual manera el método por centro de gravedad se considera una “Técnica de localización de instalaciones individuales en la que se consideran las instalaciones existentes, las distancias que las separan y los volúmenes de artículos que se manejan” (Platas & Cervantes, 2014). Su implementación determinará si la ubicación de la bodega es la correcta o si necesita una nueva localización de acuerdo a los resultados.

## Descripción del Método

### El problema

La empresa “Productos y vegetales Marrufo” se dedica a la comercialización de frutas y verduras, desde su compra en el campo, cosecha y venta de producto en la bodega. La bodega se establece en el mercado de abastos de Querétaro, cuenta con una sucursal y varios proveedores locales y externos. La bodega cuenta con diferentes áreas donde se recibe el producto, se almacena y distribuye en el local.

Al hacer la revisión de las instalaciones y el caso se percató que los trabajadores tienen problemas al momento de descargar el producto y el tránsito en la bodega por parte de los trabajadores, así como la distribución de las áreas

<sup>1</sup> Dr. José Morales Lira es Profesor Titular. Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.  
jose.morales@itcelaya.edu.mx

<sup>2</sup> María Guadalupe Mata Silva es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18031395@itcelaya.edu.mx

<sup>3</sup> Jennifer Montoya Rodríguez es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030680@itcelaya.edu.mx

<sup>4</sup> Brenda Noemí Montoya Vega es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18032012@itcelaya.edu.mx

<sup>5</sup> Gustavo Moreno Ramírez es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030522@itcelaya.edu.mx

<sup>6</sup> Julio César Olivero García es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030631@itcelaya.edu.mx

asignadas dentro de la bodega donde no se tiene su máxima optimización para el flujo del material y de los empleados. De la misma manera se necesita que esté ubicada en una zona estratégica para reducir costos en los transportes entre los proveedores locales, buscando la manera más óptima para satisfacer las necesidades de la empresa.

### Método

La metodología SLP es utilizada para la resolución en la distribución de plantas, reúne los atributos de las aproximaciones precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando los procesos de planificación total a través del establecimiento de fases que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados.

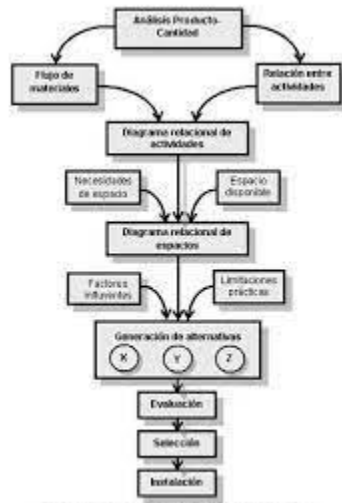


Figura 1. Esquema del Systematic Layout Planning.

Dentro de la cual se llevarán a cabo la correcta distribución de la planta, siguiendo los siguientes pasos, los cuales nos permitirán tener una idea más clara:

1. Análisis producto-cantidad
2. Análisis del recorrido de los productos (flujo de producción)
3. Análisis de las relaciones entre actividades
4. Desarrollo del diagrama relacional de actividades
5. Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios
6. Desarrollo del diagrama relacional de espacios
7. Evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución.

El método por centro de gravedad es una técnica que suele utilizarse para determinar la ubicación de bodegas intermedias y puntos de distribución tomando como referencias las distancias que los separan y el aporte (capacidad o producción) de cada instalación. “Inicia con la colocación de ubicaciones existentes en un sistema de cuadrícula con coordenadas.

El objetivo es establecer las distancias relativas entre las ubicaciones. El centro de gravedad se encuentra mediante el cálculo de las coordenadas  $X$  y  $Y$ , que dan por resultado el costo mínimo de transporte” (Platas & Cervantes, 2014). Este método se trabaja con un sistema de coordenadas. A continuación, se presentan diferentes referencias de sistemas geográficos basados en coordenadas:

- Coordenadas geográficas (latitud – longitud).
- Coordenadas cartesianas.
- Coordenadas de un municipio.

Las coordenadas utilizadas en el método deben tener como referencia a un punto de origen, y las fórmulas a utilizar para encontrar las coordenadas óptimas de la nueva localización se presentan en la Figura 2:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i}$$

Figura 1. Esquema del Systematic Layout Planning.

Donde:

$V_i$  : Flujo transportado desde/a el punto  $i$  (t/día o kg/día)

$R_i$  : Tarifa de transporte para enviar una unidad de mercancía desde/a el punto  $i$  (pesos/t-km)

$X_i, Y_i$  : Coordenadas del punto  $i$

(Salazar, 2019)

### Desarrollo

Para poder generar la propuesta más adecuada al problema planteado en la empresa, el cual se trata de poder mejorar la distribución de la planta y a su vez mejorar flujo del material, los tiempos de comunicación entre las áreas. Empezando por la metodología SLP y enseguida se presenta el método por centro de gravedad.

#### Fase 1. Localización

En esta fase se deben definir la ubicación del área a organizar, así como el proceso por el cual se determinará la localización de la ponderación de valores. En este proyecto se determinó que la planta se quedara en su ubicación original y solo se desea ampliar ciertas áreas, así como la reorganización del almacén. Se puede visualizar el estado actual en la figura 2.

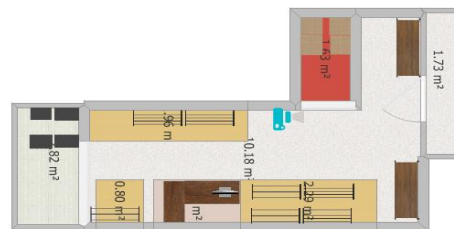


Figura 2. Estado

actual de la distribución de la bodega.

#### Fase 2. Plan de

distribución general

##### 2.1 Datos básicos de entrada.

P: Producto o material, se reciben en la bodega diferentes frutas y verduras pero principalmente se manejan cebolla, jitomate y plátano.

\*Q: Cantidad o volumen, mensualmente llegan entre 18 y 20 toneladas de producto, de los productos principales llegan 3200 cajas de cebolla, 2000 cajas de plátano y 3500 de jitomate.

R: Ruta o proceso, la ruta se puede apreciar en la ilustración 3.

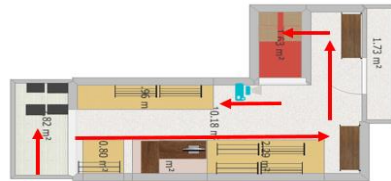


Figura 3. Ruta del

proceso.

S: Servicios que proveedor deja la empleados generales se encargan de transportarla a las pesas para su verificación y enseguida se pasan a almacén para hacer el inventario, para después poner la mercancía en exhibición.  
T: Tiempo que relacione P, Q, R, S. El tiempo del proceso toma hasta llegar al almacén toma 30 min en total.

colaboran en las operaciones, el mercancía en el área de descarga y los

2.1 Análisis de Flujo de materiales



Figura 4. Diagrama de flujo de materiales en bodega de “Productos y vegetales Marrufo”

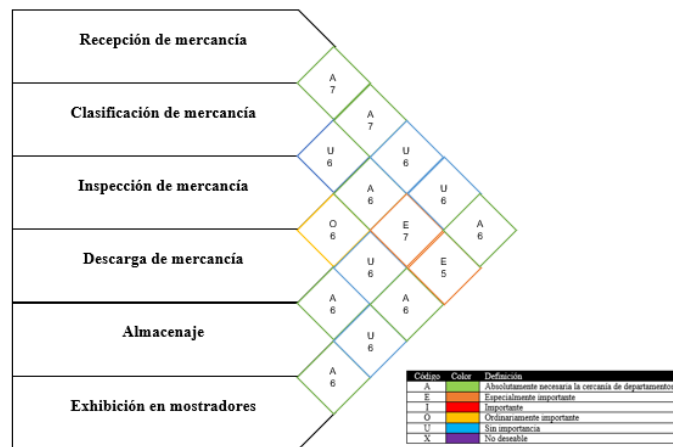


Figura 5. Gráfico de de flujo de materiales en bodega de “Productos y vegetales Marrufo”

Fase 3. Distribución detallada.



Figura 6. Nueva distribución y recorrido de la bodega de “Productos y vegetales Marrufo”.

Fase 4. Instalación

Para que se tenga una correcta distribución de la planta y de lo que se requiere implementar, como es una ampliación de ciertas áreas se necesita una lista de de los nuevos equipos y espacios a instalar, un plano explicando los nuevos desplazamientos, una hoja de especificaciones para mostrar en cada área.

Método por centro de gravedad



Figura 7. Mapa y área de distribución

proveedor	x	y	materia prima	dix*Vi	diy*Vi
Frutas y verduras Olga (cebolla)	20.57038321337600	100.37237371194100	3200	65825.2263	321191.596
Frutas Finas Juquilita (platano)	20.56820298439970	100.37290027089200	2000	41136.406	200745.801
Frutas y verduras del Rosario (jitomate)	20.56993547461570	100.37715480778600	3500	71994.7742	351320.042
sumatoria			8700	178956.406	873257.438
CX			20.56970189		
CY			100.3744182		

Tabla 1. Información y tabulados sobre las coordenadas y aporte de frutas y verduras.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En esta investigación se planea realizar un rediseño de distribución de planta en la bodega según las necesidades de la empresa “Marrufo”. se tuvo que analizar los pasos del SLP para poder obtener el flujo y desglosarlos esperando que se tenga un mayor entendimiento y una buena propuesta de la nueva distribución, donde se agrando el área de almacén para poder colocar más producto y que este no se encuentre tirando o estorbando en otras áreas, se agregó el área de pesaje y verificación para que este paso se realizará en menos tiempo, al igual que el área de exhibición se instaló en una sola parte para que el cliente tuviera una mejor visualización de la mercancía existente, se acomodó el área de descarga para un mejor manejo y por último se reubico el área de cobro para optimizar el espacio. De acuerdo al método de centro de gravedad se estableció que la bodega se quede en las coordenadas originales ya que se encuentra en una ubicación óptima para que los proveedores sigan distribuyendo la mercancía.

#### Conclusiones

Hoy en día las técnicas para una distribución de plantas y el manejo de materiales es muy importante tener el conocimiento de ellas porque está teniendo un mayor desarrollo en las industrias para observar la mejor optimización. Aunque no se trate de una enorme empresa el SLP se puede aplicar en este tipo de locales, debido a que su problemática se puede analizar. La aplicación de este método disminuirá el desperdicio de tiempo y esfuerzos de los empleados, tratando de optimizar los espacios de la planta, logrando un mejor movimiento de materiales evitando el congestionamiento, así como el método por centro de gravedad el cual nos indicará si es la ubicación más adecuada para el establecimiento.

#### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar o realizar un estudio similar también pueden llegar a considerar la técnica SHA (Systematic Handling Analysis) que es el análisis sistemático de manejo de materiales, el cual consiste en la manutención de materiales, productos, unidades, sustancias o cosas que son movidas, transportadas o físicamente ubicadas.

### Referencias

- Grimolizzi, G. (2018). Manejo de Materiales y Distribución en Planta [Diapositivas]. DocPlayer.
- Ramírez, A. “Cuadernillo de ejercicios de diagrama de recorrido y bloques”, Tecnológico de estudios superiores del oriente del estado de México. Febrero, 2013.
- Muther, R. (1973). *Systematic Layout Planing* (1.ª ed.). CBI Pub.
- Moore, J. M. (1962). *Plant Layout and Design* (1.ª ed.). Prentice Hall.
- Platas, J. A., & Cervantes, M. I. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: Un enfoque por competencias (1.a ed.). Grupo Editorial Patria.
- Salazar, B. (2019, 3 septiembre). Método del Centro de gravedad. Ingeniería Industrial Online.  
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disenio-y-distribucion-en-planta/metodo-del-centro-de-gravedad/>

### Notas Biográficas

- Dr. José Morales Lira** es Profesor Titular. Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.
- María Guadalupe Mata Silva** es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.
- Jennifer Montoya Rodríguez** es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.
- Brenda Noemí Montoya Vega** es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.
- Gustavo Moreno Ramírez** es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.
- Julio Cesar Olivero García** es estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato.



# Localización de una Nueva Sucursal del Minisúper “Mi Lupita” mediante el Método de Líneas de Contorno

Dr. José Morales Lira<sup>1</sup>, Emilio Ramírez Coyote<sup>2</sup>, Luis Gabriel Razo Espitia<sup>3</sup>,  
Miguel Salazar Padierna,<sup>4</sup> Itzel Alondra Sánchez Arreguín<sup>5</sup>, y Víctor Manuel Sánchez Delgado<sup>6</sup>

**Resumen**— En este documento se presenta la propuesta de estudio para la localización de una nueva sucursal del minisúper “Mi Lupita” utilizando el método de líneas de contorno o también llamadas de isocosto que establece el área ideal de ubicación. Como parte del proyecto, en este documento se hace una descripción detallada del método y su procedimiento, así como, los resultados que se obtienen al desarrollarse.

Las conclusiones del proyecto son parte de la retroalimentación del método para la localización del nuevo minisúper, contemplar las ventajas y desventajas de este, así como, las dificultades presentadas durante el desarrollo del estudio.

Finalmente, se agregan recomendaciones para los investigadores que deseen dar continuidad a este proyecto o como base de otro proyecto similar.

**Palabras clave**—Método, Diseño, línea de contorno, Ruta, Instalación.

## Introducción

Los métodos de localización de instalaciones y plantas son una alternativa eficiente para calcular una ubicación deseada bajo ciertos criterios que la empresa que ejecuta el método necesita para satisfacer las necesidades de la cadena de suministro y optimizar los costos operativos de la nueva planta a ubicar o la reubicación de una planta existente.

El método de líneas de contorno es la continuación del método de la mediana que aplica un algoritmo para encontrar un punto óptimo que establezca los criterios necesarios. El método de las líneas de contorno cumple la función de complemento ya que establece un área que cumple con los mismos criterios del método de la mediana, sin embargo, al tratarse de un área, permite tener más libertad en la toma de decisiones de la ubicación de instalaciones en caso de que el punto óptimo proporcionado por las líneas de contorno no sea viable por cualquier factor en la realidad.

Así, en este estudio se desarrolla el método de las líneas de contorno para ubicar una nueva sucursal del minisúper “Mi Lupita” que permita minimizar los costos que existen entre las rutas con las sucursales ya establecidas además proporciona una localización adecuada para optimizar los procesos de transporte y logística entre todas las sucursales.

## Descripción del Método

### El problema

Minisúper “Mi Lupita” es una cadena de establecimientos de productos de conveniencia con sucursales en la ciudad de Celaya. Actualmente, la cadena cuenta con 4 sucursales en la ciudad ubicadas en colonias populares de la ciudad.

Hasta el momento la ubicación de las 4 sucursales ha sido realizada de manera un tanto empírica que principalmente busca un espacio con una gran cantidad de hogares a su alrededor y que se encuentre cerca de una avenida o sitio de fuerte tránsito para acaparar visibilidad y atraer clientes.

La quinta sucursal debe cumplir estos mismos criterios, sin embargo, también se necesita que este ubicada en una zona estratégica para reducir costos en los transportes entre las sucursales, ya que esta puede funcionar como almacén provisional. De esta manera, la cadena de minisúper busca el área óptima para satisfacer las necesidades de la empresa y no limitarse a encontrar adversidades por zonas ya ocupadas.

### Marco teórico

Localizar cualquier tipo de industria busca fundamentalmente minimizar costos y maximizar beneficios, teniendo en cuenta criterios específicos que deben ser evaluados para proyectar la mejor alternativa y así tomar decisiones, dando cumplimiento a metas y objetivos trazados por la organización. A continuación, se analizan algunos factores importantes que influyen en la localización de instalaciones industriales. (CHASW, JACOBS Y AQUILANO, 2002),

<sup>1</sup> Dr. José Morales Lira es Profesor Titular. Tecnológico Nacional de México en Celaya. jose.morales@itcelaya.edu.mx

<sup>2</sup> Emilio Ramírez Coyote es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030565@itcelaya.edu.mx

<sup>3</sup> Luis Gabriel Razo Espitia es estudiante de 8vo semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18031519@itcelaya.edu.mx

<sup>4</sup> Miguel Salazar Padierna es estudiante de 8° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 15030277@itcelaya.edu.mx

<sup>5</sup> Itzel Alondra Sánchez Arreguín es estudiante de 8° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030301@itcelaya.edu.mx

<sup>6</sup> Víctor Manuel Sánchez Delgado es estudiante de 7° semestre de la carrera de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. 18030909@itcelaya.edu.mx

Factores de localización (Velázquez Mastretta, 2008)

1. Situación geográfica de mercados y materias primas.
2. Factores económicos.
3. Disponibilidad de recursos y servicios.
4. Algunas consideraciones especiales.
5. Descentralización Industrial.
6. Contaminación ambiental.

### Líneas de contorno

En la mayoría de los métodos de localización se establece un punto que optimiza la distancia y otros factores que repercuten en los puntos ya establecidos donde se ubican máquinas, plantas de fabricación, almacén, etc. El método de líneas de contorno busca establecer un área cerca del punto establecido para la nueva localización en caso de que este ya se encuentre ocupado o que no sea exactamente viable. (Hicks, Philip E., 2002)

### Systematic Layout Planning

Esta metodología fue desarrollada por Richard Muther en los años 60, donde se reúnen las ventajas de las aplicaciones metodológicas de otros autores de este tema e incorpora el flujo de los materiales en el estudio de la distribución. Este método es el más utilizada para la resolución de problemas de distribución en la planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en la planta independientemente de su naturaleza.

Fases del Desarrollo del modelo SLP

- Fase 1. Localización:
- Fase 2. Plan de distribución general
- Fase 3. Plan de distribución detallada
- Fase 4. Instalación:

### Recolección de datos

Se selecciona como factor de estudio las sucursales del mini super “Mi Lupita” actuales y las distancias que separan las sucursales, además del costo de transporte, estos datos pueden representar uno de los criterios de optimización del método, los cuales, llamaremos pesos.

### Modelo

Los modelos para la ubicación de plantas se pueden aplicar para resolver problemas al ubicar un aeropuerto, una escuela, un almacén, oficinas, etcétera. Las decisiones para ubicar una planta tienen varios objetivos, por ejemplo, minimizar las sumas de distancia ponderadas entre una planta y las otras existentes o bien minimizar la distancia máxima entre la planta nueva y cualquier planta existente.

### Método

El método de líneas de contorno busca establecer un área cerca del punto establecido para la nueva localización en caso de que este ya se encuentre ocupado o que no sea exactamente viable.

Para llevar a cabo el método es necesario ubicar las sucursales existentes y tener la idea de dónde queremos ubicar la nueva.

El método de las líneas de contorno en pocas palabras se resume por medio de los siguientes pasos:

1. Trazar un plano cartesiano con las plantas existentes y la nueva planta
2. Intersecar horizontal y verticalmente las plantas o sucursales existentes.
3. Sumar los pesos por cada intersección de forma vertical y horizontal
4. Calcular la fuerza neta por sector, tome en cuenta que los pesos a la derecha/arriba serán negativos y los pesos a la izquierda/abajo son positivos
5. Calcula la pendiente de cada zona (cuadrícula) mediante la división negativa de la fuerza horizontal neta/fuerza vertical neta
6. Trazar las líneas de contorno alrededor de la planta nueva usando la formula de la pendiente y dos puntos.



Figura 1. Ejemplo de líneas de contorno para la localización de una nueva planta.

### Marco referencial

#### Aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) en la reducción de costos de manejo de materiales en la empresa Lavandería Y Tintorería, Lima, 2019.

Este trabajo determina una nueva distribución de planta con la metodología SLP reduce los costos de manejo de materiales en la empresa Lavandería y Tintorería, Lima, 2019. Se realizó un estudio de 8 meses, antes y después, luego se empleó el T Student para la comparación de medias donde se llegó a obtener un grado de significancia menor al de 0.05, por lo tanto, se aprobó la hipótesis; la cual demostró que la nueva distribución de planta reduce el costo de manejo de materiales en 18.22% para empresa LAVANDERÍA Y TINTORERÍA.

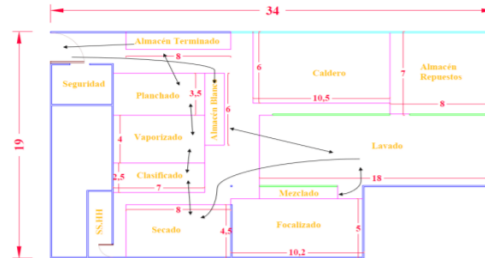


Figura 2. Layout después de la aplicación de la metodología SLP

#### Problema de selección de ubicación de instalación única para una empresa de helados con sede en Pakistán

Las instalaciones pueden clasificarse en términos generales como un componente crítico de la planificación estratégica en las 3M (Hombre, Material y Máquinas) que se integran con el propósito de hacer un producto tangible o proporcionar un servicio. Una instalación, si se administra adecuadamente, tiende a lograr su propósito declarado, es decir, satisfacer múltiples objetivos, como la producción de un producto o la prestación de un servicio de alta calidad a un costo menor utilizando la menor cantidad de recursos. El problema de selección de la ubicación de las instalaciones está en el centro de la gestión de la cadena de suministro. La reducción de las distancias de viaje es la clave para casi todas las cadenas de suministro y es fundamental en muchos casos, como las instalaciones de atención médica y de rescate. Una encuesta realizada por Zimmerman y Lebeau descubre que la decisión de un paciente de someterse a una prueba de detección del cáncer de próstata se ve afectada por la conveniencia del centro médico. La reducción de distancias está afectando directamente el costo total. El análisis de la ubicación de las instalaciones tiene como objetivo lograr una instalación rentable de las instalaciones teniendo en cuenta la ubicación de los mercados (clientes) y las materias primas (proveedores). La accesibilidad a las habilidades y la información ha agregado aspectos estratégicos importantes que afectan las decisiones de ubicación.

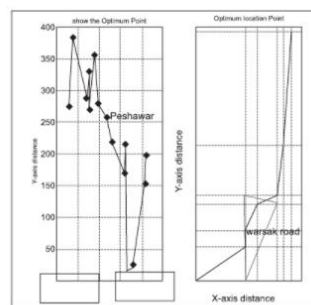


Figure 3: A graphical illustration of the results by the tool

Figura 3. Aplicación de líneas de contorno a una empresa de helados.

#### Desarrollo de la metodología

Líneas de contorno para la ubicación de una nueva sucursal del minisúper “Juanita”

Primeramente, se toma un mapa en el cual podremos ubicar de una manera más clara y precisa las ubicaciones de nuestras sucursales, así como la ubicación aproximada de nuestra nueva planta, por lo cual se van a requerir las coordenadas de cada planta sus pesos. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de cada sucursal y su correspondiente peso que representa las toneladas promedio transportadas hacia cada una. Mediante las imágenes proporcionadas por Google Maps se puede interceptar las líneas tanto horizontal como verticalmente para encontrar los puntos de cruce de las de las localizaciones

Sucursal	Coordenada x	Coordenada Y	Peso
1	200	800	540
2	400	200	1200
3	800	800	700
4	1000	400	900
Nueva	400	400	NA

Tabla 1. Coordenadas y pesos de cada sucursal.

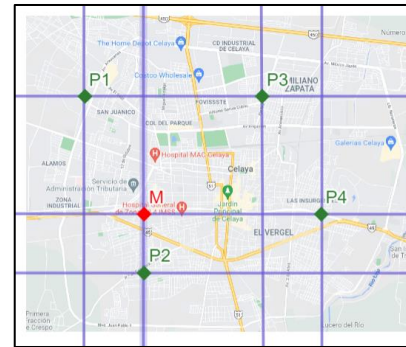


Figura 4. Ubicación de las sucursales e intersección vertical y horizontal.

La sumatoria de los pesos se realiza sobre cada línea que intersecan los puntos, por ejemplo, la sucursal 1 y 3 se encuentran sobre el mismo eje horizontal por lo que se suman sus pesos y se registran en la parte derecha del mapa. Los pesos de cada eje sirven para calcular las fuerzas netas por sector que es igual a la sumatoria de los pesos. Todo peso a la derecha del sector será negativo y todo peso a la izquierda será positivo. Todo peso hacia arriba del sector es negativo y todo peso hacia abajo es positivo.



Figura 3. Sumatoria de los pesos en cada eje de intersección.

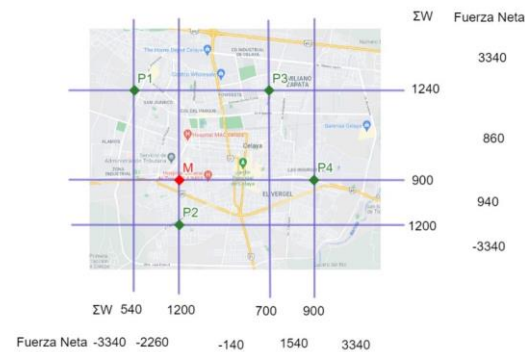


Figura 4. Cálculo de las fuerzas netas en cada sector vertical u horizontal.

Después de calcular las fuerzas netas, se realizan los cálculos para la pendiente de cada cuadrícula utilizando la fórmula:  $- (\text{Fuerza Neta Horizontal} / \text{Fuerza Neta Vertical})$ . Una vez calculadas las pendientes se escoge un punto de intersección cercano a la nueva sucursal, en este caso se toma de referencia la sucursal número dos con coordenadas (200, 200) y se comienza a buscar las coordenadas utilizando la fórmula punto-pendiente para trazar las líneas de contorno. En la siguiente imagen se muestra el área acotada por las líneas y los puntos resultantes para trazar las líneas.

Coordenadas de puntos de acotación	
x	y
200	200
429	400
400	578
68.42	400

Tabla 2. Coordenadas de puntos de acotación.

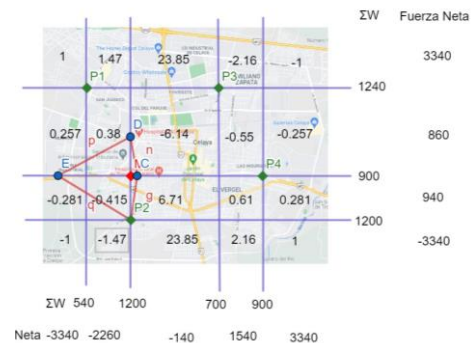


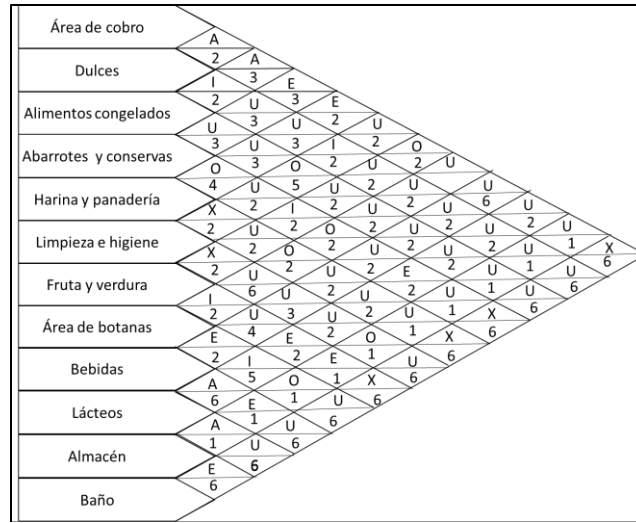
Figura 5. Trazado de líneas de contorno con la fórmula punto-pendiente.

### Propuesta SLP para distribución de las áreas de la nueva sucursal.

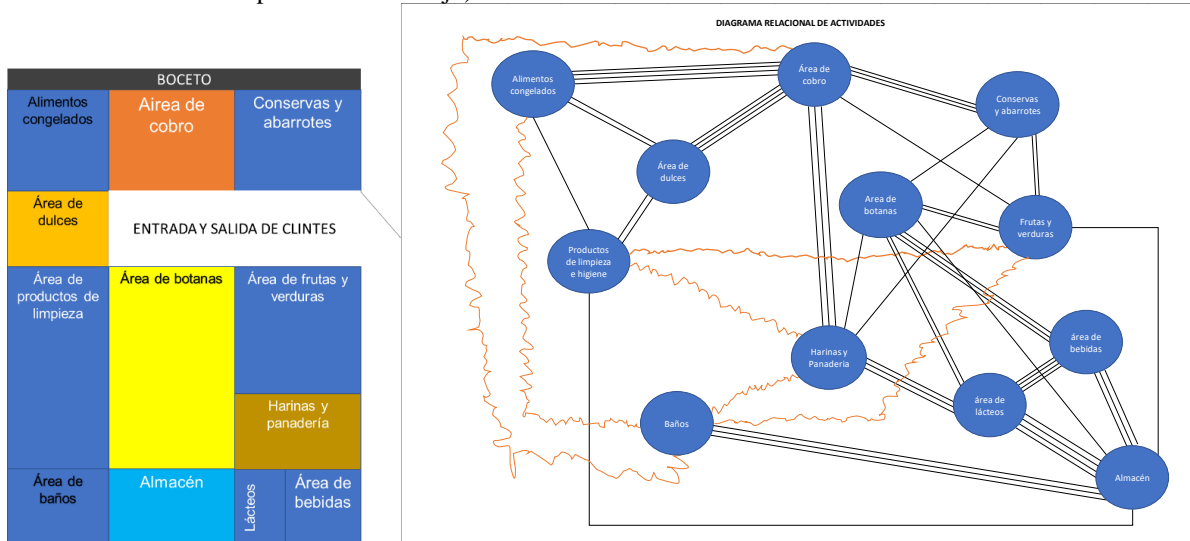
En la fase I relevante a la localización se detectaron 12 áreas a distribuir las cuales se representan con la cantidad de productos en cada una de ellas en la siguiente tabla.

Fase II. Distribución general del conjunto. Para este caso se analizar el recorrido de los clientes, y se acomodaran las instalaciones que tengan relaciones en base al consumo del comprador, es decir, si un cliente compra pan, y el área

de lácteos está enfrente de él, el por intuición sabe que el pan acompañado con leche sabe mejor, lo que lo obligara a comprar el producto trayendo beneficios para el minisúper.



Fase III. Plan de distribución detallada. Los departamentos se representan con círculos, y las relaciones entre ellos se representan con líneas. Dentro del círculo vendrá el departamento. Cuanto más importante sea la relación, más líneas tendrá, como se puede ver a continuación. (La letra X representa una relación indeseable, por lo que se representara con una línea punteada color rojo).



Fase IV: Distribución de las áreas. El área disponible para la distribución dentro del minisúper es de 252 metros cuadrados, (14 metros de largo y 18 metros de ancho) con una altura de 2.5 metros.

Área	Despachos	Largo (m)	Ancho (m)	Área	Despachos	Largo	Ancho
Cobro	4	5	4	Abarrotes	55	5	4
Congelados	5	4	4	Frutas	11	5	5
Dulces	5	4	3	Bebidas	11	3	3
Limpieza	23	8	4	Lácteos	4	3	2
Harinas	8	5	3	Almacén	NA	5	3
Botanas	7	8	5	Baños	NA	4	3

### Comentarios Finales

Resumen de resultados



En este trabajo investigativo se estudió el método de líneas de contorno aplicado a una nueva sucursal del mini super “Mi Lupita”. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta, así como un resumen de todas las actividades que se tuvieron que realizar para establecer un perímetro de nuestra nueva sucursal en caso de que el lugar ya está ocupado o que no se encuentre exactamente viable, el cuál corresponde al área acotada entre los puntos A(200,200); B(429,400);C(578,400) y D(68.42,400). Lo cuál corresponde a un área óptima de 62,000 m<sup>2</sup> aproximadamente.

La aplicación de este tipo de método fue una alternativa a la localización de los diferentes establecimientos que tuvo la ventaja de proporcionar un mayor espacio donde se cumplan las condiciones óptimas para posicionar la nueva sucursal. Conectando de esta manera las sucursales antiguas con el nuevo establecimiento facilitando una rotación de inventarios y hacer más eficiente la cadena de suministros de los proveedores en todas las tiendas de las cadenas comerciales, demostrando de esta manera la funcionalidad del método de líneas de contorno para la localización de áreas estratégicas.

#### *Conclusiones*

El estudio muestra la factibilidad para localizar la nueva sucursal de la tienda minisúper en una zona estratégica para conectar las sucursales antiguas con la nueva sucursal y de esta forma facilitar la rotación de inventario entre las sucursales y eficientizar la cadena de suministro de los proveedores en todas las tiendas de la cadena comercial.

La zona marcada en los resultados muestra una ventaja en las operaciones de la empresa ya que logra englobar las condiciones óptimas para ubicar la nueva sucursal, esto implica que, las distancias del recorrido que exista desde cualquier sucursal a cada una de las demás recurre a un mismo costo, por lo que, la cadena logística de la empresa puede iniciar en cualquier sucursal y respetaría un mismo costo.

Además, conlleva una ventaja competitiva al tomar presencia en una nueva zona dentro del municipio de Celaya dando mayor presencia comercial, competición con otras cadenas comerciales y apertura a los procesos logísticos de la propia cadena comercial del minisúper.

#### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar o realizar un estudio similar deben tener en cuenta que este método es secundario al método de localización de la mediana.

El método de las líneas de contorno refuerza el método anterior proporcionando un área factible alrededor del punto óptimo que también cumple con las condiciones y restricciones establecidas. Por lo tanto, se recomienda a los interesados en este tema a desarrollar previamente el método de la mediana o cualquier otro método funcional de localización de plantas que pueda proporcionar un punto óptimo. Se recomienda que se establezcan los pesos de acuerdo con las necesidades del problema, entendiendo como pesos a las condiciones que se desean optimizar, estos pueden representar distancias, cargas, costos, número de viajes entre puntos, etc.

### **Referencias**

- Et Material Handling (concordia.ca) [http://users.ens.concordia.ca/~andrea/indu421/Presentation%2012%20\(Location%20I\).pdf](http://users.ens.concordia.ca/~andrea/indu421/Presentation%2012%20(Location%20I).pdf)  
Método de líneas de contorno para localización de instalaciones Ingeniería de planta #ElProfePe - YouTube  
Facility Location. Capítulo 10. Single facility minimax location problem.pdf  
Garfinkel, R. (1977, 10 junio). Minimax Facility Location on JSTOR. Recuperado 5 de septiembre de 2021, de <https://www.jstor.org/stable/2630814>  
Raju, K. V. L. (2017, 27 noviembre). ISO-cost contours to facility location problems. . . Recuperado 13 de septiembre de 2021, de [https://link.springer.com/article/10.1007/BF03398796?error=cookies\\_not\\_supported&code=b2885c4c-7cc4-45d7-8e69-6abfb4625c9](https://link.springer.com/article/10.1007/BF03398796?error=cookies_not_supported&code=b2885c4c-7cc4-45d7-8e69-6abfb4625c9)  
Aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) en la reducción de costos de manejo de materiales en la empresa Lavandería Y Tintorería, Lima, 2019.  
K. J. Torres-Soto, L. S. Flórez-Peña, C. W. Sánchez, N. M. Castañeda: “SLP Methodology for Plant ~ Distribution in Glue Laminated Guadua (GLG) Manufacturing Companies”, Ingeniería, Vol. 25, Núm. 2, pp. 103-116 (2020). © The authors; reproduction right holder Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.  
Edgar Brizuela Figueroa, Rediseño de Distribución de Planta en la empresa TSI, Villa de Álvarez, Colima, Agosto de 2015.  
The Eighth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA'09) Zhangjiajie, China, September 20–22, 2009 Copyright © 2009 ORSC & APORC, pp. 124–131.  
Was uploaded by Sikandar Bilal Khattak on 07 March 2016. Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology, Peshawar Department of Mechanical Engineering, University of Engineering and Technology, Peshawar 78 J. Engg. and Appl. Sci. Vol. 34 No. 2 July - December 2015.  
Konz, Stephan & Johnson, Steven. Work design: Occupational Ergonomics, U. S. Editorial J. Wiley. 2004.  
Sule, D. R. Instalaciones de Manufactura: Localización, planeación y diseño México: Editorial Thomson. 2002.



# Aprendizaje Basado en Competencias y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el análisis del SARS-CoV2 y sus efectos en los adultos mayores del estado de Guanajuato

Alicia Brigitte Morales Medrano<sup>1</sup>, Evelyn Guadalupe Soto Estrada<sup>2</sup>, Karla Denisse López Martínez<sup>3</sup>, Daniel Segoviano López<sup>4</sup>, M.C. Dora María Reyes Ríos<sup>5</sup> y Dr. Hugo Rosales Bravo<sup>6</sup>

**Resumen:** Definida por la OMS como una pandemia mundial, la COVID-19 afecta a todas las personas, pero no a todas por igual. Existen grandes brechas tanto en los riesgos en la salud como en el acceso al tratamiento asociadas a la edad. Las personas mayores son un grupo especialmente vulnerable ante la enfermedad producida por el SARS-CoV-2 que presenta un peor pronóstico, por su comorbilidad, los síndromes geriátricos y la fragilidad asociada al envejecimiento, habiendo sido definida la pandemia como una emergencia geriátrica. En el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Guanajuato, Plantel Irapuato 1, en la carrera de Técnico en Biotecnología, se abordó el tema de salud mundial “el análisis del SARS-Cov2 y sus efectos en los adultos mayores del estado de Guanajuato” en uno de los módulos profesionales, se emplearon las metodologías de enseñanza – aprendizaje, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Competencias.

**Palabras Clave:** SARS-CoV-2, Adulto Mayor y ABP.

## Introducción

Las personas mayores tienen mayor probabilidad de enfermar gravemente si se infectan, las de 80 años murieron a una tasa cinco veces mayor que la media. El informe de las Naciones Unidas “El impacto de la COVID-19 en las personas mayores” sugiere que esto puede ser debido a condiciones subyacentes que afectan al 66% de las personas mayores de 70 años. La fragilidad de algunas personas mayores condiciona su pobre respuesta inmunitaria y la disminución de la reserva funcional, que conlleva una reducción en la capacidad intrínseca y la resiliencia. Desde la aparición del virus y su enfermedad en Guanajuato, se activaron los mecanismos de respuesta a emergencias con las reuniones del Comité Estatal de Vigilancia Epidemiológica y con la instalación en sesiones permanentes del Comité Estatal de Seguridad en Salud, aunado a que se ha realizado de manera permanente la información de riesgos con comunicados técnicos diarios, con campañas de distanciamiento social y de medidas preventivas.

El objetivo de este trabajo es el análisis del SARS-CoV2 y sus efectos en los adultos mayores del estado de Guanajuato. Para ello se empleó las técnicas de enseñanza aprendizaje el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Competencias del SNB. Este trabajo es solo investigación educativa, para ello se ha realizado una revisión bibliográfica narrativa con búsqueda sistemática en diferentes bases de datos, páginas web sobre el coronavirus en personas mayores y medidas a seguir para el aislamiento en el domicilio.

## Justificación.

En el proceso de enseñar-aprender intervienen una amplia gama de funciones, como las cognitivas, lingüísticas, cerebrales motoras, memorísticas y prácticas. La asociación e interacción de estas funciones es lo que nos permite llegar al nivel conceptual, nivel que posibilita la abstracción, los razonamientos y los juicios. Además se incluyen las habilidades y las actitudes como parte esencial de la formación de los estudiantes que muy posiblemente se conviertan en profesionales. Unas de ellas es el Aprendizaje Basado en Competencias y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) fueron las que emplearon para trabajar los jóvenes en esta investigación educativa.

## Marco Teórico

El ABP y el aprendizaje basado en competencias.

<sup>1</sup> Alicia Brigitte Morales Medrano. Estudiante del CECyTE Gto. Plantel Irapuato 1. [alumno.ira.amoralesm19@cecyteg.edu.mx](mailto:alumno.ira.amoralesm19@cecyteg.edu.mx) (corresponsal).

<sup>2</sup> Evelyn Guadalupe Soto Estrada. Estudiante del CECyTE Guanajuato Plantel Irapuato 1.

<sup>3</sup> Karla Denisse López Martínez. Estudiante del CECyTE Guanajuato Plantel Irapuato 1.

<sup>4</sup> Daniel Segoviano López. Estudiante del CECyTE Guanajuato Plantel Irapuato 1

<sup>5</sup> M.C. Dora María Reyes Ríos. Profesor del CECyTE Guanajuato Plantel Irapuato 1.

<sup>6</sup> Dr. Hugo Rosales Bravo. Jefe de Investigación y Extensión del CECyTE Guanajuato.

Una característica clave del aprendizaje basado en competencias es su enfoque en el dominio. En otros modelos de aprendizaje, los estudiantes están expuestos a contenidos, ya sea habilidades o conceptos con el tiempo, y el éxito se mide de forma sumativa. En un sistema de aprendizaje basado en la competencia, a los estudiantes no se les permite continuar hasta que hayan demostrado dominio de las competencias identificadas (es decir, los resultados del aprendizaje deben ser demostrados).

El Aprendizaje Basado en Problemas conduce a la formación de habilidades y competencias. La competencia, es una capacidad general basada en el conocimiento, la experiencia, los valores y las disposiciones que una persona ha desarrollado a través de la implicación en las prácticas educativas. En esta metodología de trabajo, la estructuración del conocimiento se lleva a cabo a través de situaciones y problemas que permiten al estudiante alcanzar los objetivos de aprendizaje que se desprenden de las competencias profesionales. (Weise, M. 2014).

El ABP propicia un ambiente de aprendizaje en el que el problema dirige el aprendizaje. Motiva a los alumnos a querer seguir aprendiendo, además, les enseña a ser autónomos, independientes y a tener pensamiento crítico entre otros muchos beneficios. Es una metodología que está dentro de las enseñanzas innovadoras, además de desarrollar su aprendizaje les enseña otras habilidades que le servirán en su vida. (Rothwell, W. and Graber, J. 2010)

Coronavirus.

Los coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades en animales y en los humanos, en estos últimos se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades más graves como el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS). El coronavirus que se ha descubierto más recientemente causa la enfermedad coronavirus COVID-19. La COVID-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto más recientemente. Tanto el nuevo virus como la enfermedad eran desconocidos antes de que se presentara el brote en Wuhan (China) en diciembre de 2019.

### **Materiales y Métodos**

Para la realización de este artículo se ha realizado una revisión bibliográfica narrativa con búsqueda sistemática en diferentes bases de datos, páginas web sobre el coronavirus en personas mayores (Covid-19) y medidas a seguir para el aislamiento en domicilio. Tras la obtención de resultados derivados de la búsqueda se seleccionaron aquellos documentos que bien por su título o resumen tenía relación con el tema objeto de estudio, ya que fueron temas de mucha importancia y de utilidad necesaria.

El Proyecto se realizó en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de Guanajuato, Plantel Irapuato 1. Para la realización del proyecto se formaron equipos de 4 a 5 integrantes, se entregó un protocolo sobre el problema mundial de salud a los estudiantes, lo fueron desarrollando durante el curso. Al final del semestre se presentaron los proyectos de los equipos frente al grupo.

### **Resultados y Discusión**

En cuanto a las defunciones en el estado de Guanajuato estuvieron fluctuando con forma a una curva epidemiológica, alcanzando el número de fallecimientos en las partes del pico de la curva. A fecha del 3 de febrero del 2021. Guanajuato se encontraba en semáforo rojo igual que el 80% de los estados de la república mexicana. Con 108 defunciones y 325 casos nuevos confirmados de coronavirus, en total sumaron 8 mil 308 defunciones en todo el estado durante la pandemia. El acumulado de casos positivos fue de 109 mil 719. Con estos datos registrados las autoridades continuaban realizando labores preventivas para cortar la fuerte cadena de contagios.

En Guanajuato, la secretaría de Salud inició una planeación de ensayos con plasma para la atención de coronavirus, en fecha de 22 de abril 2020. Anuncio que al igual que en otras partes del mundo, están en marcha planes para hacer pruebas clínicas controladas con plasma de pacientes recuperados de COVID-19. El Dr. Gerardo Torres, director del Centro Estatal de Medicina Transfusional (CEMT) de la Secretaría de Salud del Estado, señaló que los ensayos sirven para probar la efectividad de la técnica, así como para saber si tiene mejores resultados como tratamiento preventivo, o como algo que se deba hacer durante las primeras etapas de la enfermedad, o inclusive ya como un último recurso en pacientes graves. También es la clave en investigación, para responder preguntas acerca de la cantidad de anticuerpos necesarios, cuánto tardan los pacientes en mostrar una reacción positiva y qué tan duradera es la protección

que podrían desarrollar. Esto, se está desarrollando en coordinación con el área de enseñanza e investigación del Instituto de Salud Pública del Estado.

El IMSS, ISSSTE, SEDENA, y los hospitales privados están trabajando de manera conjunta para enfrentar esta situación. El director de Salud señaló que esta pandemia tiene una tasa global de letalidad promedio de 3.7%; del total de los casos el 85% promedio se presentan como leves, pero que a pesar de que la mayoría fueran casos leves no se podía minimizar la situación, ya que con el 10% que se enfermen de gravedad se colapsaría el sistema de salud.

En relación a la educación en el estado. El Secretario de Salud y su equipo publicaron que los casos detectados se sumarían a nivel federal, pero iban un poco desfasados por el tiempo de captura; que aún no había transmisión comunitaria; que lo que se sabía hasta el momento era prioritario proteger a los niños y tener completo su esquema de vacunas porque no existía hasta el momento evidencia científica suficiente de que no sean afectados por la enfermedad, por lo que hasta el momento lo más importante era cuidarlos, por ellos la suspensión de clases.

En la Ciudad de México durante los primeros meses del 2021, se analizó una muestra total de 35 pacientes adultos mayores hospitalizados con enfermedad COVID-19 confirmada por RT-PCR de exudado nasofaríngeo en el período de estudio. El promedio de edad fue de 69 años (+ de 6.7). De éstos, 62.85% fueron masculinos (n = 22). Las alcaldías de donde provenían la mayor cantidad de pacientes se registraron de la siguiente manera: Iztapalapa, Xochimilco, Coyoacán y Cuauhtémoc. Respecto a las comorbilidades presentadas por los pacientes se documentó hipertensión arterial sistémica en 51.42% (n = 18), obesidad en 48.57% (n = 17) y diabetes mellitus en 34.28% (n = 12). No se reportó cáncer, enfermedad renal crónica o neuropatías. La exposición a tabaco y humo leña fue documentada en rango de riesgo de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) por índice tabáquico e índice de exposición a humo de leña en 25% (n = 9) y 20% (7), respectivamente; sin embargo, ningún paciente tenía el diagnóstico espirométrico de EPOC al ingreso.

La prueba de RT-PCR para SARS-CoV-2 de exudado nasofaríngeo inicial se reportó positiva en 100% (35) de pacientes. El promedio de saturación por oximetría de pulso inicial fue de 73% (+ de 17.2) al aire ambiente y el índice de masa corporal (IMC) promedio al ingreso fue de 30 (+ DE 4.18). La gravedad de la enfermedad COVID-19 al momento del ingreso hospitalario fue leve en 22.85% (n = 8); moderada en 42.85% (n = 15), y grave o crítica en 34.28% (n = 12) 80% (n = 28) consultó después de presentar síntomas por más de cinco días. En el análisis paraclínico se documentó leucocitosis en 40% (n = 14) con relación neutrófilo/linfocito promedio de 13.3 ( $\pm$  de 12). En 68.57% (n = 24) se documentó linfógena. En el registro tomográfico inicial se evidenció patrón predominantemente de vidrio deslustrado en 82.85% (n = 29), con predominio de consolidación en 14.28% (n = 5) y patrón con predominio de crazy paving en sólo un paciente (2.8%).

La mortalidad registrada en pacientes adultos mayores enfermos de COVID-19 fue de 68.57% (n = 24). Se analizó una muestra total de 35 pacientes. 62.85% fueron masculinos (n = 22). Se documentó hipertensión arterial sistémica en 51.42% (n = 18), obesidad en 48.57% (n = 17) y diabetes mellitus en 34.28% (n = 12). Los hallazgos tomográficos fueron patrón en 82.85% (n = 29), consolidación en 14.28% (n = 5) y crazy paving en sólo un paciente (2.8%). La mortalidad registrada en el primer bimestre del año 2021, en pacientes geriátricos enfermos de COVID-19 fue de 68.57%. (medigraphic.com).

La edad aumenta el riesgo de enfermarse gravemente.

El riesgo de enfermarse gravemente a causa del COVID-19 aumenta con la edad, y los adultos mayores son quienes corren mayor riesgo. Por ejemplo, las personas en sus 50 años tienen mayor riesgo de enfermarse gravemente que las personas en sus 40 por lo que deben de tomar medidas para protegerse de esta pandemia.

Medidas de seguridad para mitigar los contagios por COVID-19.

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), publico las medidas de seguridad que se deben tomar para evitar los contagios por COVID-19 en la Tabla 1. (Krug Llamas. 2020).

1. Lavar las manos de manera frecuente por al menos 20 segundos, especialmente después de ir al baño, antes de comer, y después de sonarse la nariz, toser o estornudar.
2. De no contar con agua y jabón se recomienda utilizar un desinfectante de manos que contenga al menos 60 por ciento de alcohol.
3. Al estornudar o toser, cubrir nariz y boca con el ángulo interno del brazo o utilizando un pañuelo desechable (el cual deberá tirarse de inmediato a la basura y posteriormente lavarse correctamente las manos).
4. Uso de mascarilla en lugares públicos y cuando están en contacto con personas que no viven en su hogar, especialmente cuando es difícil mantener otras medidas de distanciamiento social recomendadas.
5. Eviten tocarse los ojos, la nariz y la boca sin haberse lavado las manos.
6. Distanciamiento social al evitar las reuniones numerosas y mantener una distancia de al menos 1.5 m de otras personas siempre que sea posible.
7. No automedicarse y quedarse en casa si se tienen padecimientos respiratorios leves.

Tabla 1. Medidas de seguridad que se deben tomar para evitar los contagios por COVID-19.

En cuanto al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), como ya se ha mencionado anteriormente, se trabajó con la problemática mundial de salud en el análisis del SARS-Cov2 y sus efectos en los adultos mayores del estado de Guanajuato. Al final del curso se entregó el documento, que incluía las partes esenciales solicitadas, también se trabajaron las siguientes competencias genéricas y los atributos que expresan el perfil de egreso de la Educación Media Superior del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB), como se muestra en la Tabla 2.

Competencias constituyen el Perfil del Egresado del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB).
5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos. 5.1 Sigue instrucciones y procedimientos de manera reflexiva, comprendiendo como cada uno de sus pasos contribuye al alcance de un objetivo. 5.2. Ordena información de acuerdo a categorías, jerarquías y relaciones. 5.6. Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para procesar e interpretar información.
6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva. 6.4. Estructura ideas y argumentos de manera clara, coherente y sintética.
<b>Aprende de forma autónoma</b> 7. Aprende por iniciativa e interés propio a lo largo de la vida. 7.1 Define metas y da seguimiento a sus procesos de construcción de conocimiento. 7.2 Articula saberes de diversos campos y establece relaciones entre ellos y su vida cotidiana.
<b>Trabaja en forma colaborativa</b> 8. Participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos. 8.1. Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos. 8.2. Aporta puntos de vista con apertura y considera los de otras personas de manera reflexiva. 8.3. Asume una actitud constructiva, congruente con los conocimientos y habilidades con los que cuenta dentro de distintos equipos de trabajo.

Tabla 2. Competencias genéricas y los atributos desarrollados en el Proyecto.

## CONCLUSIONES

1. El trabajar con el ABP y el Aprendizaje Basado en Competencias permitió al estudiante de Nivel Medio Superior analizar la pandemia del COVID-19 desde la perspectiva médica.
2. La aplicación de esta investigación en los cursos de módulo profesional radica en el estudio y aplicación de la microbiología y el ADN y ARN mensajero.
3. Hasta el momento el secretario de Salud tiene controlado la pandemia ya que disminuyó la 2ª ola al registrarse un menor número de contagios con respecto a los días pico de la pandemia.

4. Los adultos mayores requieren de cuidados especiales por ser más vulnerables a esta pandemia debido a su sistema inmunológico delicado.

#### REFERENCIAS

1. Rothwell, W. and Graber, J. (2010) *Competency-Based Training Basics* Alexandria VA: ADST
2. Weise, M. (2014) Got Skills? Why Online Competency-Based Education Is the Disruptive Innovation for Higher Education *EDUCAUSE Review*, November 10
3. The Southern Regional Educational Board in the USA has a comprehensive Competency-based Learning Bibliography
4. <https://cead.pressbooks.com/chapter/4-5-el-aprendizaje-basado-en-competencias/>
5. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-competencias/>
6. <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2016/04/18/que-es-el-aprendizaje-basado-en-competencias/>
7. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/sars-cov-2>
8. <https://www.mayoclinic.org/es-es/what-is-a-covid-19-variant-strain/vid-20508903>
9. <http://ciencia.unam.mx/leer/1128/coronavirus-las-mutaciones-de-los-virus-y-el-papel-que-juegan-en-una-pandemia>
10. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/mutacion>
11. <https://www.google.com/amp/s/elpais.com/ciencia/2021-01-01/por-que-mutan-los-virus.html%3FoutputType%3Damp>
12. <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>
13. <https://www.bajacalifornia.gob.mx/coronavirus#:~:text=La%20COVID%2D19%20es,ha%20descubierto%20m%C3%A1s%20recientemente>
14. <https://coronavirus.gob.mx/covid-19/>
15. <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-info.html>
16. <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2016/04/18/que-es-el-aprendizaje-basado-en-competencias/>
17. <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-por-competencias/>
18. <https://cead.pressbooks.com/chapter/4-5-el-aprendizaje-basado-en-competencias>
19. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002004000100012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002004000100012)
20. <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/13909-el-potencial-biotecnologico-del-cultivo-in-vitro>
21. <https://www.google.com.mx/amp/s/www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global/amp>  
<https://news.un.org/es/story/2021/08/1495262>
22. <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/consecuencias-efectoinvernaderohttp://www.ccpy.gob.mx/cambio-climatico/gases-efectoinvernadero.php>
23. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>
24. <https://www.aquariumlanzarote.com/es/novedades-acuario-lanzarote/171el-deshielo-de-los-polos>
25. [https://www.dw.com/es/el-deshielo-de-los-glaciares-se-acelera-desde-el-2000-alerta-un-estudio/a57367412#:~:text=Los%20glaciares%20del%20mundo%20se,2021\)%20en%20la%20revista%20Nat%20ure](https://www.dw.com/es/el-deshielo-de-los-glaciares-se-acelera-desde-el-2000-alerta-un-estudio/a57367412#:~:text=Los%20glaciares%20del%20mundo%20se,2021)%20en%20la%20revista%20Nat%20ure)
26. <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/derretimiento-glaciarescausas-efectos-soluciones>
27. <https://selectra.es/energia/noticias/actualidad/10-acciones-para-combatirel-cambio-climatico>
28. <https://www.fundacionaquae.org/diez-consejos-luchar-cambio-climatico/>

## Propuesta de Localización de una Nueva Planta para la Purificadora de Agua Pure Water por Medio de Tres Métodos de Localización

MC. José de Jesús Morales Quintero<sup>1</sup>, Luis Alejandro Paredes Reyes<sup>2</sup>, Abraham Patiño Martínez<sup>3</sup>, Carlos Daniel Pulquero Mexicano<sup>4</sup>, Daniela Quintero Vázquez<sup>5</sup> y Harol Javier Ramírez Jaime<sup>6</sup>

**Resumen**— El negocio denominado “Pure Water” es una planta purificadora de agua, la cual distribuye garrafones de 20L de capacidad a las viviendas de sus clientes, facilitando el transporte y obteniendo un beneficio económico mediante la distribución. Actualmente la empresa ha considerado la opción de expandirse y ha propuesto la idea de trasladar su local a una nueva posición el cual ofrezca mejores tiempos y costos de transporte de su producto.

Pure Water ha determinado que los lugares con mayores viviendas y colonias pueden aumentar la cantidad de clientes potenciales, la contraparte de esta acción es que sus proveedores y puntos de reabastecimiento también juegan un papel importante y no puede acercarse su local a sus clientes sin distanciarse significativamente de los demás puntos vitales en su cadena de valor.

Para ello se utilizará el método por factores ponderados, el método de carga-distancia y el método de la mediana, y se hace una comparación entre ellos para buscar la mejor opción.

**Palabras clave**— Localización, método por factores, método de carga-distancia, método de la mediana, purificadora.

### Introducción

De todos los elementos de la naturaleza, el agua es el más valioso por su carácter fundamental para la vida en el planeta. Por lo que, existen diversas empresas que se dedican a mejorar la calidad del agua potable para que pueda ser consumida por el ser humano.

Pure Water es un negocio de venta de agua purificada que se encarga de ofrecer a las familias agua de excelente calidad con el mejor servicio de atención. Este negocio lleva 6 años en el mercado y actualmente cuenta con un solo local en donde se lleva a cabo el proceso de purificación y atención al cliente.

Para cualquier tipo de negocio, contar con un servicio de entrega a domicilio es una gran manera de aumentar las ventas y lograr la preferencia de los consumidores (Díaz, 2020). Por ello, Pure Water se encarga de repartir aproximadamente 100 garrafones de agua a distintos puntos de la ciudad todos los días, logrando ser un negocio rentable.

Las plantas purificadoras de agua tienen como principal objetivo el proveer agua de calidad para el consumo de las personas. En estos lugares se lleva a cabo un proceso de esterilización mediante el cual se eliminan todos los contaminantes, así como los diversos agentes patógenos que van desde virus, bacterias, metales y distintas sales disueltas que se encuentran en el líquido, de esta forma se puede purificar agua de la red, lluvia, pozos e incluso pipas, haciéndola totalmente confiable y saludable para su consumo (PURITEC, 2020).

El mercado al que se enfoca la empresa tiene un área de oportunidad grande, por lo que es necesario que su proceso de producción sea óptimo, permitiéndole una mayor captación de clientes y ganancias. Para lo cual, se busca en este proyecto encontrar el sitio ideal donde el negocio pueda ofrecer los mejores tiempos y costos de transporte de su producto; así mismo se busca lograr que la empresa Pure Water sea competitiva en el mercado.

<sup>1</sup> MC. José de Jesús Morales Quintero es Jefe del Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[jesus.morales@itcelaya.edu.mx](mailto:jesus.morales@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> Luis Alejandro Paredes Reyes es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[18031297@itcelaya.edu.mx](mailto:18031297@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Abraham Patiño Martínez es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[18031002@itcelaya.edu.mx](mailto:18031002@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Carlos Daniel Pulquero Mexicano es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[18031072@itcelaya.edu.mx](mailto:18031072@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Daniela Quintero Vázquez es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[18030707@itcelaya.edu.mx](mailto:18030707@itcelaya.edu.mx)

<sup>6</sup> Harol Javier Ramírez Jaime es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya  
[18031283@itcelaya.edu.mx](mailto:18031283@itcelaya.edu.mx)



Pure Water se encuentra ubicado en la ciudad de Celaya, Guanajuato. En la colonia Los Olivos como se muestra en la figura 1 y sus rutas de entrega se describen en la figura 2.

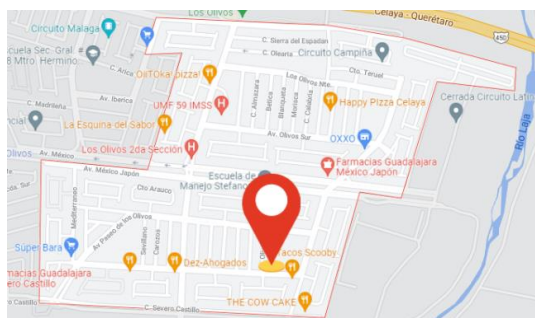


Figura 1. Ubicación de Pure Water. Fuente: Pure Water



Figura 2. Ruta de entrega de Pure Water. Fuente: Pure Water

## Descripción del Método

### Método por factores

Es una técnica que emplea un sistema de evaluación que considera los factores de localización de planta, tales como mercado, materias primas, mano de obra, transporte, servicios, energía y otros. De estos factores, deben relacionarse aquellos cuya aplicación es pertinente en el caso específico.

Como primer paso se realiza un listado de todos los factores de localización que sean importantes para el sector industrial en estudio. Luego, se analiza el nivel de importancia relativa de cada uno de los factores y asignarles una ponderación relativa ( $h_i$ ). Para la ponderación de factores se tiene en cuenta:

- La incidencia del factor sobre las operaciones de la planta
- La importancia estratégica de una buena selección
- La proyección de su relativa relevancia en el tiempo

Con estos criterios se debe evaluar la importancia relativa de cada factor con respecto a otro. Para ello, se utiliza una matriz de enfrentamiento. Se establece como regla lo siguiente:

- Se le asigna un valor de uno (1) a aquel factor “más importante” que el factor con el cual es comparado.
- Se le asigna un valor de cero (0) si el factor analizado es “menos importante” que el factor con el cual es comparado.
- En los casos en que la “importancia es equivalente”, ambos factores tendrán el valor de uno (1) en el casillero correspondiente.
- En la columna del extremo derecho se contabilizan los puntos para cada factor y se evalúa el porcentaje correspondiente, el cual representa la ponderación relativa de dicho factor ( $h_i$ ).

Una vez realizado el análisis anterior, elegir las posibles localizaciones que cumplan con un nivel mínimo de desarrollo de cada uno de los factores y proponerlas como alternativas de localización.

Posteriormente, se debe estudiar cada factor y evaluar su nivel de desarrollo en todas las alternativas de localización. Para ello, se debe tener información completa de cada localización con respecto a cada factor, y asignar la calificación ( $C_{ij}$ ) de cada factor en cada localidad alternativa. Después, se debe evaluar el puntaje ( $P_{ij}$ ) que debe tener cada factor en cada localidad, multiplicando la ponderación por la calificación.

$$P_{ij} = (h_i)(C_{ij})$$

Donde:  $P_{ij}$  = puntaje del factor  $i$  en la ciudad  $j$ ,  $h_i$  = ponderación del factor  $i$ ,  $C_{ij}$  = calificación del factor  $i$  en la ciudad  $j$ .

Finalmente, para cada ciudad se efectúa la sumatoria de los puntajes ( $\sum_{i=1}^n P_{ij}$  de todos los factores ( $i$ ) para la ciudad ( $j$ ) evaluada. Se determina la ciudad elegida, que será la que obtenga el mayor puntaje en la evaluación (Díaz Garay, B. y Noriega, M. T., 2017).

### Método carga-distancia

El método de carga distancia es un modelo matemático que evalúa las alternativas de ubicación de instalación teniendo en cuenta el factor de localización de distancia, dando prioridad a la proximidad en el análisis (Carro Paz & González Gómez).

Tiene como postulado que la distancia de origen a destino en envíos de mercancía deberá ser inversamente proporcional al tamaño de la carga, esto es, los envíos con mayor nivel de carga deberán recorrer menos distancia que los envíos con menor nivel de carga, por tanto, su objetivo “consiste en minimizar el total de cargas ponderadas que entran y salen de la instalación” (Carro Paz & González Gómez).

Para calcular la distancia se traza una gráfica donde se coloca el punto A sobre la cuadrícula para representar la localización del proveedor y el punto B para representar la posible localización del almacén (Carro Paz & González Gómez).

$$d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}$$

Donde:

$$\begin{aligned} d_{AB} &= \text{distancia entre los puntos A y B} \\ x_A &= \text{coordenada en x en el punto A} \\ x_B &= \text{coordenada en x en el punto B} \\ y_A &= \text{coordenada en y en el punto A} \\ y_B &= \text{coordenada en y en el punto B} \end{aligned}$$

### Método de la mediana

Su objetivo principal es que se minimice la suma ponderada de las distancias rectilíneas desde la nueva instalación hacia las instalaciones existentes. Se considera que la ubicación de los puntos de interés (a1, b1), (a2, b2), . . . , (an, bn) tienen que tener el menor valor, por lo tanto, la meta es encontrar valores de x e y para minimizar la siguiente fórmula:

$$f(x, y) = \sum w_i(|x - a_i| + |y - b_i|).$$

Se deben de incluir los pesos para incluir diferentes tasas de tránsito dentro de la instalación que se propone en el estudio. Una propiedad simplificadora del problema es que los valores óptimos de x e y pueden determinarse por separado, como se muestra a continuación:

$$f(x, y) = g_1(x) + g_2(y).$$

Donde

$$g_1(x) = \sum_{i=1}^n w_i |x - a_i| \text{ y } g_2(x) = \sum_{i=1}^n w_i |y - b_i|.$$

Según veremos, siempre existe una solución óptima con x igual a algún valor de ai e igual a algún valor de bi. Es posible también encontrar múltiples soluciones óptimas (Nahmias, 2007).

### Metodología

Se realizará la comparación por los tres métodos diferentes para comprobar cuál será la mejor ubicación para la nueva planta purificadora para Pure Water.

### Método por factores

Se consideraron los siguientes factores como los más importantes a evaluar y se ponderaron con un porcentaje como muestra en el cuadro 1, teniendo una escala de 1 a 100;

Factor de localización	Ponderación del factor (%)	Alternativas						
		A	B	C	D	E	F	G
Disponibilidad de la mano de obra	0.3	70	60	50	100	90	100	60
Costos de gasolina	0.17	65	60	70	70	65	60	55
Proximidad a las colonias	0.23	60	55	59	65	55	85	65
Ventas esperadas	0.15	50	50	55	86	80	85	75
Servicios públicos	0.15	60	65	60	90	85	80	65
<b>Suma</b>		<b>62.35</b>	<b>58.1</b>	<b>57.72</b>	<b>83.25</b>	<b>75.45</b>	<b>84.5</b>	<b>63.3</b>

Cuadro 1. Resultados por el método de factores ponderados Fuente: Autoría propia

*Método de la mediana*

Para este método se requiere conocer la cantidad de garrafones que se venden aproximadamente en una ida a cada colonia, por lo que se preguntó al dueño el promedio que se venden. Cabe mencionar que las coordenadas fueron sacadas de Google Maps.

Punto	Colonia	Coordenada X	Coordenada Y	Garrafones a transportar por semana	Costos por garrafón	Wi
A	Gobernadores	20.5468264	-100.783791	19	11.5	218.5
B	La Herradura	20.55268642	-100.782771	17	13.7	232.9
C	Santa Rita	20.54875998	-100.789659	18	12.6	226.8
D	Emiliano Zapata	20.54493296	-100.799144	25	13	325
E	Tecnológico	20.54378738	-100.808013	12	15.45	185.4
F	Parque Verde	20.54002689	-100.790937	23	12	276
G	Cuahutemoc	20.53073654	-100.79455	14	13.9	194.6
<b>Total</b>						1659.2
<b>Mediana</b>						237.028571

Cuadro 2. Resultados por el método carga-distancia Fuente: Autoría propia y Google Maps

*Método carga-distancia*

Se realizó el promedio de los garrafones a transportar y se buscó en Google Maps la distancia que hay entre cada colonia (ver cuadro 3).

Punto	Colonia	Garrafones a transportar	Distancia entre los sitios en km						
			A	B	C	D	E	F	G
A	Gobernadores	19	A	B	C	D	E	F	G
B	La Herradura	17	0	1	1.1	3.2	5.3	3.9	3.9
C	Santa Rita	18	1	0	2	3.2	4	2.1	4.8
D	Emiliano Zapata	25	1.1	2	0	1.7	3.6	2.6	6.5
E	Tecnológico	12	3.2	3.2	1.7	0	1.2	3.1	4.3
F	Parque Verde	23	5.3	4	3.6	1.2	0	3.2	4.8
G	Cuahutemoc	14	3.9	2.1	2.6	3.1	3.2	0	1.2
			3.9	4.8	6.3	4	4.8	5.7	0

Cuadro 3. Carga de garrafones a transportar y distancia entre las colonias Fuente: Pure Water y Google Maps

	Distancia entre los sitios en km							TOTAL
	A (19)	B (17)	C (18)	D (25)	E (12)	F (23)	G (14)	
A	0	17	19.8	80	63.6	89.7	54.6	324.7
B	19	0	36	80	48	48.3	67.2	298.5
C	20.9	34	0	42.5	43.2	59.8	91	291.4
D	60.8	54.4	30.6	0	14.4	71.3	60.2	291.7
E	100.7	68	64.8	30	0	73.6	67.2	404.3
F	74.1	35.7	46.8	77.5	38.4	0	16.8	289.3
G	74.1	81.6	113.4	100	57.6	131.1	0	557.8

Cuadro 4. Resultados por el método de carga-distancia Fuente: Autoría propia

**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

El método de ponderación de factores arrojó que la mejor localización, por muy poca diferencia, para la nueva planta es en el punto F que es la colonia Parque Verde, ya que se encuentra con las mejores condiciones y características lo que favorece a las ganancias. Con el método de carga-distancia, podemos observar que el punto F vuelve a ser la mejor opción para la localización de la nueva planta, sin embargo, el punto D y el punto C no se

quedan muy lejos del resultado obtenido. Por último, el *método de la mediana* nos arroja que la localización más favorable se encuentra en el punto F, puesto que la mediana radica sólo en este punto.

### Conclusiones

Después de haber analizado los resultados obtenidos de los diferentes métodos para la localización de instalaciones, se puede recomendar a la empresa trasladar su local a la Colonia Parque Verde para aumentar sus ganancias, ya que se estarán mejorando los tiempos y costes de transporte de su producto.

A continuación, en la figura 3 se muestra una propuesta de nuevas rutas en caso de que la empresa decida por otra parte expandir su negocio y contar con dos plantas purificadoras, una ubicada en los olivos y otra en la colonia Parque Verde, donde la de Olivos surtirá a 5 colonias aledañas y la de Parque Verde a 4 colonias, aumentando así su ruta con 3 colonias más lo que hará que el negocio se expanda en la parte noroeste de la ciudad de Celaya.

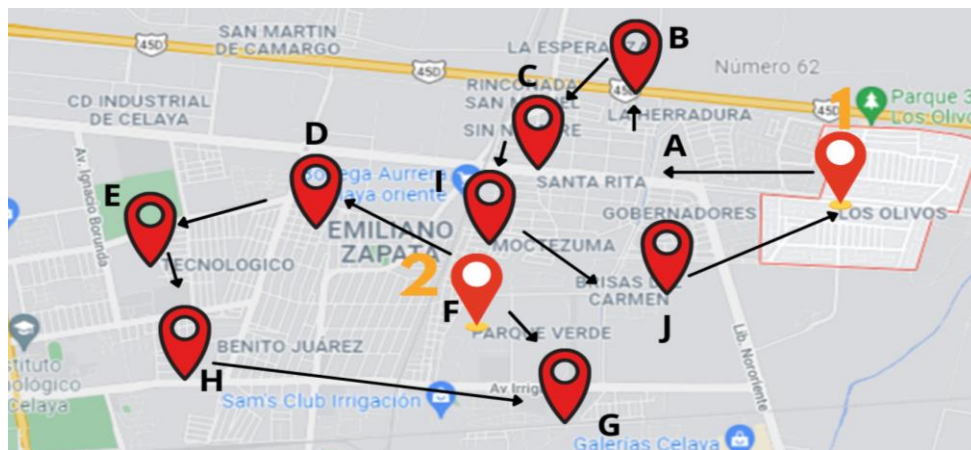


Figura 3. Propuesta de nuevas rutas para el traslado del producto de Pure Water. Fuente: Autoría propia.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían utilizar otros métodos de localización de instalaciones para corroborar que el sitio propuesto para la nueva localización de la empresa es el indicado. Hoy en día la ubicación de un negocio y las características del espacio en el que se instale sea local, comercial u oficina, juegan un papel determinante en la posición competitiva y las posibilidades de éxito de muchos autónomos o pymes. Por esa razón, resulta de gran utilidad y casi imprescindible realizar un estudio de localización antes de embarcarse en el alquiler o compra de una oficina o local comercial.

Por otro lado, consideramos que nuestra investigación tiene mucho potencial y puede beneficiar aún más a este negocio mediante una propuesta de mejora de distribución en planta del nuevo local mediante la metodología del SLP. Esto va permitir colocar de una manera más estratégica las áreas del negocio y con ello poder optimizar el proceso de envasado de agua purificadora, de manera que exista seguridad y bienestar en los trabajadores, así como mejorar el flujo de materiales, aumentar la producción y conseguir que la empresa sea más eficiente y competitiva, y sobre todo que el nuevo diseño sea flexible a cambios futuros.

### Referencias

- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Administración de las Operaciones Localización de instalaciones. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 1–25. [http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14\\_localizacion\\_instalaciones.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf)
- Díaz, A. (4 de septiembre de 2020). *La importancia del servicio a domicilio*. Obtenido de La importancia del servicio a domicilio: <https://www.pointmeup.com/la-importancia-del-servicio-a-domicilio/>
- Díaz Garay, B. y Noriega, M. T. (2017). Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios. Universidad de Lima, Fondo Editorial. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10709>

Nahmias, S. (2007) Análisis de la producción y las operaciones, Mc Graw Hill Obtenido en:  
<https://books.google.com.mx/books?id=O9KhMQAACAAJ&dq=modelos+para+ubicaci%C3%B3n+de+instalaciones+libro&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjX-JbH94H0AhVJTt8KHV7aBRgQ6AF6BAgFEAI>

PURITEC. (10 de diciembre de 2020). *Planta Purificadora de agua*. Obtenido de Planta Purificadora de agua:  
<https://www.manantialwater.com.mx/blog/por-que-es-rentable-una-purificadora-de-agua/>

### Notas bibliográficas

**MC. José de Jesús Morales Quintero**, es jefe del Departamento de Ciencias Económico-Administrativas del Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Luis Alejandro Paredes Reyes**, es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Abraham Patiño Martínez**, es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Carlos Daniel Pulquero Mexicano**, es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Daniela Quintero Vázquez**, es alumna de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya.

**Harol Javier Ramírez Jaime**, es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya.

# Factores de Riesgo Latentes en Adolescentes: El Sentido de la Autoeficacia

Dra. Marisol Morales Rodríguez<sup>1</sup>

**Resumen-** La adolescencia es una etapa de grandes transformaciones donde pueden actuar diversos factores de riesgo. El objetivo del presente estudio fue identificar si existe relación entre la percepción del adolescente de sí mismo con respecto a factores de riesgo latentes y el sentido de autoeficacia. Se basa en una metodología cuantitativa, diseño no experimental, alcance descriptivo-correlacional. Participaron 215 adolescentes tempranos de Morelia, Michoacán. Se utilizaron el Inventario Autodescriptivo del Adolescente y la Escala de Autoeficacia General. Los hallazgos muestran un predominio del nivel alto en aspectos escolares y bajo en uso de alcohol y tabaco; y, niveles promedio en planes a futuro, aspectos sexuales y hábitos. Existe correlación de autoeficacia con aspectos escolares, planes a futuro y hábitos, lo cual demuestra que, a mayor autoeficacia, menos problemas escolares y mayor capacidad de planear el futuro así como preservar hábitos saludables.

**Palabras clave-** Factores de riesgo, Autoeficacia, Adolescentes.

## Introducción

La adolescencia es una etapa de grandes transformaciones en todas las áreas del desarrollo y en la cual el individuo está en búsqueda de su propia identidad. Un elemento de esta es el autoconcepto que presenta significativos cambios originados en esencia por el creciente desarrollo de las destrezas cognitivas. Así, las autodescripciones en la adolescencia se interiorizan y se vuelven más abstractas. También, durante este periodo evolutivo se origina una mayor diferenciación del autoconcepto, ya que los adolescentes afrontan nuevos roles sociales y académicos, así como notables transformaciones físicas y corporales que favorecen la manifestación de nuevas dimensiones de autovaloración (Inglés et al., (2009).

Son múltiples las manifestaciones de alteraciones en el equilibrio emocional y de salud de los adolescentes; el origen de dichas problemáticas de salud como lo han reportado algunas investigaciones son diversas y han sido asociadas a diferentes variables y eventos en la vida del adolescente que son considerados factores de riesgo, en la medida de que representan un peligro latente para su estabilidad física y emocional. Algunas de esas variables tienen que ver más con su entorno como podría ser la dinámica familiar, las relaciones fuera del núcleo familiar, la dinámica en la escuela o dentro del grupo, las relaciones sociales, particularmente con los pares. En tanto, otras variables parecen estar más relacionadas con rasgos personales del adolescente como autoconcepto, autoeficacia, manejo afectivo, entre otros (Gómez, Barcelata & Duran, 2007). En términos generales, los factores de riesgo pueden estar asociados a contextos como la familia, la escuela, la comunidad y a aspectos propios de la persona y la salud.

Las situaciones ligadas al riesgo en torno a la familia provienen de deficiencias en la comunicación, dificultades en el manejo de límites y normas, violencia de diversa índole, estilos parentales negligentes o ambivalentes, dinámica familiar disfuncional, rigidez ante procesos adaptativos, entre otros. Contrariamente, Romagnoli, Kuzmanic y Caris (2015) afirman que la cercanía, apoyo emocional, trato cálido y afectuoso con los/as hijos/as, esto es, vínculos fuertes, la implicación de los padres y los estilos de resolución de problemas colaborativos actúan como un factor protector a las conductas riesgosas que pueden aparecer en esta etapa.

En cuanto al contexto escolar, este puede convertirse en factor de riesgo cuando hay presencia de bullying, falta de integración grupal, dificultades en las relaciones al interior de la institución, falta de disciplina, asistencia irregular de personal docente, suspensiones, falta de continuidad en los programas, etc. A nivel social, los factores de riesgo se observan en las relaciones que el adolescente establece con personas fuera de la familia, las condiciones que imperan en la comunidad donde habita; al respecto Deza (2015) asevera que la comunidad influye en forma importante sobre la vida de jóvenes por medio del nivel de apoyo que les den y el nivel de inclusión o exclusión de actividades comunitarias, de igual forma, la multidimensionalidad de la pobreza suele convertirse en una condición que trastoca la vida de los adolescentes. La vulnerabilidad social donde la pobreza está inserta constituye un factor de riesgo no solo para los adolescentes sino para todas las personas que se enfrentan a tales condiciones.

Los factores de riesgo asociados a aspectos personales precisamente como su nombre lo indica, están relacionados con características personales como imagen corporal, autoconcepto, autoestima, autoeficacia, manejo de los afectos, estilos de afrontamiento, toma de decisiones, etc, que cuando se obtiene un resultado poco exitoso se convierten en aspectos limitantes del desarrollo.

<sup>1</sup> Profesora investigadora de la Facultad de Psicología, UMSNH. Contacto: marisolmoralesrodriguez@gmail.com



Así mismo, la baja capacidad de resolución de conflictos, actitudes y valores favorables hacia conductas de riesgo, trastornos de aprendizaje cuyo origen es individual son concebidos como factores que ponen en riesgo al adolescente (Deza, 2015). Un aspecto que llama la atención y que actualmente ha ido en aumento es la inactividad física o sedentarismo, ya que a medida que la tecnología avanza, son más las entretenciones que implican escaso movimiento y se encuentran disponibles para todos, desplazando las actividades recreativas que sí implican un gasto energético para niños y adolescentes, que los protegen de la obesidad y otras patologías que se van desarrollando a lo largo de la vida y a lo que se agrega los diversos patrones de comportamiento que encierra, los cuales hacen que el individuo (niño o joven) desarrolle depresión, ansiedad, baja autoestima y altos niveles de estrés (García, 2019).

Con respecto a la salud, se hace referencia a hábitos, preocupaciones, quejas, y alteraciones de salud. Los hábitos en general se conciben dentro del estilo de vida, el cual en palabras de Sánchez y De Luna (2015) es el conjunto de pautas y hábitos comportamentales cotidianos de una persona, que mantenidos en el tiempo pueden constituirse en dimensiones de riesgo o de seguridad dependiendo de su naturaleza.

Como puede observarse los factores de riesgo asociados al desarrollo del adolescente se identifican en las diversas dimensiones lo que trae como consecuencia que aumente la vulnerabilidad y por lo tanto la probabilidad de desarrollar patrones de comportamiento disfuncionales. Las exigencias de la vida diaria, ponen al individuo en una situación tal, que exige dar solución cuando éstas se convierten en un problema, y debido a que por lo regular ocurren en la cotidianidad, son considerados problemas sociales. Un problema según Nezu, Nezu & D'Zurilla (2014) es una situación presente o anticipada que requiere una respuesta adaptativa para evitar resultados negativos; no obstante existen obstáculos que impiden tal respuesta, lo que mantiene el problema.

En este sentido, Barcelata, Gómez y Durán (2006) afirman que la adolescencia representa un período de oportunidades para el crecimiento y maduración, no obstante, como ya ha sido señalado, intervienen diversos factores que se gestan desde el mundo adulto, el cual posee normas de conducta muchas veces impuestas al adolescente que pueden constituirse como factores de riesgo. Aún así, existen variables que actúan como factores que protegen al adolescente del riesgo, las cuales tienen que ver con creencias sobre sus propias capacidades

Las creencias de autoeficacia, las cuales hacen referencia a la convicción que se tiene sobre las propias capacidades para lograr algo, poniendo en marcha una serie de acciones. Si el adolescente se cree capaz de realizar tal o cual actividad, lo hará, pero si duda de sus capacidades, optará por no intentarlo lo que lo lleva a experimentar mayores fracasos, que tienden a perpetuar el círculo vicioso.

La autoeficacia se refiere a los juicios que cada individuo hace sobre sus capacidades, en función de los cuales organizará y ejecutará sus acciones para alcanzar el rendimiento deseado; este grado de confianza le permite manejar adecuadamente diversas situaciones de la vida. De tal forma que, si la persona se percibe como capaz de responder eficazmente, tienden a persistir en sus propósitos y plantearse metas más altas (Bandura, en Palacios, 2015). Desde las premisas de la Teoría Social Cognitiva propuesta por Bandura se postula que las percepciones de eficacia varían de modo significativo entre las distintas situaciones y tareas; resaltando la importancia de los pensamientos como precursores de la conducta.

Bajo esta perspectiva social-cognitiva, se concibe que los individuos son proactivos, autorganizados y autorregulados, de tal forma que se es capaz de actuar sobre el ambiente y por consecuencia transformarlo; como seres humanos se crean autopercepciones sobre habilidades y capacidades que se convierten en el medio para tomar decisiones; es por ello que Bandura (1997) enfatizó que el comportamiento de los individuos es predicho más por las creencias que tienen acerca de sus capacidades, que por lo que en realidad pueden hacer, ya que la percepción contribuye a delinear qué es lo que las personas hacen con tales habilidades. Es por ello, que las creencias de autoeficacia destacan como una variable rectora del comportamiento humano, al ejercer una profunda influencia en la elección de tareas, en el esfuerzo y perseverancia; evidenciándose cuando las personas se enfrentan a determinados retos (Bandura en Ornelas et al., 2015) o situaciones que conciben como problemáticas.

Las creencias de autoeficacia reflejan la percepción sobre las competencias para manejarse eficazmente, lo que incide en la manera de resolver problemas en la vida cotidiana, si estas son favorables es más probable obtener resultados positivos; en población adolescente es útil en la medida en que se pueden enfrentar las situaciones problemáticas con mayor seguridad y con una actitud más positiva y optimista.

En esta línea, diversos estudios sobre la autoeficacia en adolescentes, han concluido que si estos se consideran capaces de evitar conductas de riesgo, efectivamente se involucran menos, esto es, un alto sentido de autoeficacia se relaciona con un bajo nivel de involucramiento en conductas de riesgo; contrariamente, los adolescentes que se conciben menos eficaces para resistir conductas que comprometen su salud, tienen mayor probabilidad de incurrir en ellas (Palacios, 2015). De ahí la relevancia de estudiar dicho constructo. Con base en lo

expuesto surgió el objetivo general del presente estudio, el cual se enfocó identificar si existe relación entre la percepción del adolescente de características del desarrollo asociadas al riesgo y el sentido de autoeficacia

### Descripción del Método

Se utilizó una metodología cuantitativa, diseño no experimental-transversal, de alcance descriptivo-correlacional.

**Participantes.** Se utilizó un muestreo no probabilístico intencional. La muestra estuvo constituida por 215 adolescentes escolarizados de nivel secundaria, cuya edad oscila entre los 12 y 15 años con una media de 13.8 años; el 52.1% son mujeres y el 47.9% hombres. En cuanto a la distribución por grado escolar, el 33.8% se ubican en 1er grado, el 34.9% se encuentran cursando el 2do grado y el tercer grado lo cursa el 31.3%.

**Instrumentos.** Se utilizaron dos instrumentos, el Inventario Autodescriptivo del Adolescente (Lucio, Barcelata, y Durán, 2003), que identifica factores de riesgo en diversas dimensiones (familiar, escolar, personal, salud, social y sexual); para la presente investigación solo fueron abordadas las dimensiones escolar, personal, sexual y de salud. La dimensión personal corresponde a la subcategoría planes a futuro, la dimensión de salud incluye las subcategorías de hábitos y uso de alcohol y tabaco. Del total de ítems fueron utilizados 80. El índice Alpha de Cronbach de la escala original es de 0.90. Así mismo, se utilizó la Escala de Autoeficacia General (Baessler y Schwarzer, 1996), evalúa el sentimiento estable de competencia personal para manejar de forma eficaz una gran variedad de situaciones estresantes. Escala unifactorial que consta de 10 ítems con respuestas tipo Likert de 4 puntos; el índice de consistencia interna es de 0.87.

**Procedimiento.** Para llevar a cabo el estudio, primeramente con la autorización de la autoridad educativa y se contó con el consentimiento de los padres para llevar a cabo la recolección de información; los instrumentos fueron aplicados con una explicación previa mediante google forms. Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa SPSS 21.0 haciendo uso del análisis de frecuencias, Coeficiente de Correlación de Pearson y T de Student.

### Resultados

Los datos muestran un predominio del nivel alto en aspectos escolares (seguido del nivel promedio) y un nivel bajo del uso de alcohol y tabaco, cabe destacar que se aparece como nivel alto en la concepción de evitación de consumo; en tanto, se observan niveles promedio en planes a futuro, aspectos sexuales y hábitos. Lo anterior refleja que no existen indicadores de riesgo en cuestiones escolares y en uso de alcohol y tabaco; en el caso de planes a futuro, hábitos y aspectos sexuales se encuentran en niveles esperados dada la etapa del desarrollo (Ver Figura 1).

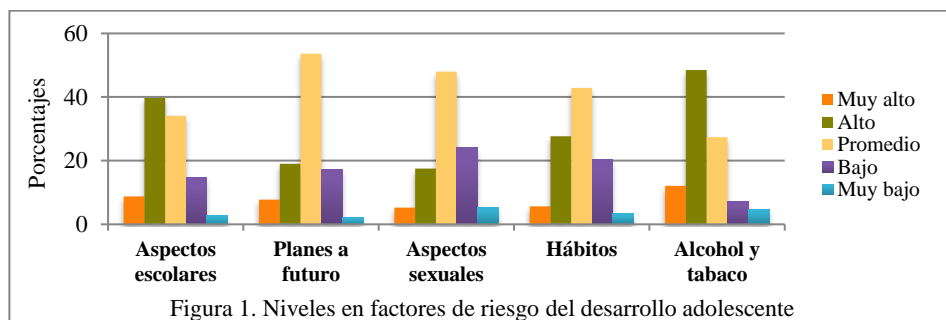


Figura 1. Niveles en factores de riesgo del desarrollo adolescente

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la autoeficacia, los datos arrojaron que existe una prevalencia del nivel bajo, lo que refleja que la mayoría de los adolescentes se perciben poco competentes

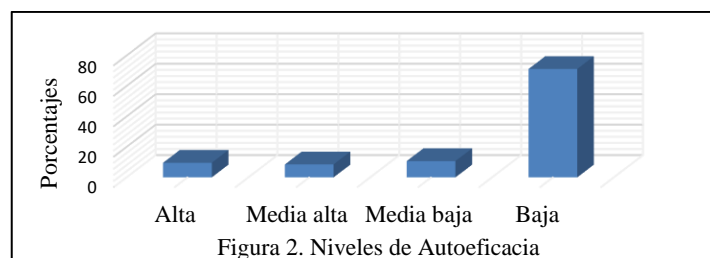


Figura 2. Niveles de Autoeficacia

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en torno a la asociación entre las variables de estudio, como se muestra en el Cuadro 1, existe correlación positiva de las creencias de autoeficacia con aspectos escolares, planes a futuro y hábitos. Lo cual demuestra que, a mayor autoeficacia, menos problemas escolares y mayor capacidad de planear el futuro y preservar hábitos saludables.

	Factores de riesgo latentes				
	Aspectos escolares	Planes a futuro	Aspectos sexuales	Hábitos	Alcohol y tabaco
Autoeficacia	<b>.342**</b>	<b>.250**</b>	.087	<b>.269**</b>	.175

Cuadro 1. Correlaciones entre factores de riesgo latentes y Autoeficacia  
Fuente: Elaboración propia

En otra línea, los análisis comparativos reflejaron diferencias por género tal y como se muestra en el Cuadro 2; los hombres presentan mayor riesgo en aspectos escolares, y contrario a ello, las mujeres están en desventaja, pudiendo desarrollar hábitos de riesgo ya que estos se asocian principalmente a patrones de sueño y de alimentación. Con respecto al apoyo social, lo niveles de las mujeres las colocan por encima de los hombres.

Factores de riesgo latentes y su diferenciación por género						
	Mujeres		Hombres			
	M	DE	M	DE	t	Sig.
Aspectos escolares	<b>28.05</b>	2.5	26.07	2.9	<b>2.31</b>	<b>.022</b>
Planes a futuro	11.53	1.5	11.67	1.3	.548	.577
Aspectos sexuales	30.00	2.2	29.80	2.3	.545	.587
Hábitos	17.40	1.7	<b>17.99</b>	1.7	<b>2.19</b>	<b>.030</b>
Alcohol y tabaco	48.35	2.8	47.80	4.0	.967	.336

Cuadro 2. Medias y prueba t de Student de creencias de autoeficacia y factores de riesgo latente  
Nota:  $p \leq .01$

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias con base en el grado escolar, muestran que los adolescentes de 3er grado, son quienes presentan mayores indicadores de riesgo en aspectos escolares pero menos en aspectos sexuales, en comparación con los de 1er grado (Ver Cuadro 3).

Diferencias en Factores de riesgo del desarrollo adolescente por grado escolar								
	Primero		Segundo		Tercero		ANOVA	
	M	DE	M	DE	M	DE	F	p
Aspectos escolares	28.1	2.3	27.2	3.23	<b>26.5</b>	2.6	<b>2.98</b>	<b>.048</b>
Planes a futuro	<b>12.5</b>	1.2	11.4	1.5	11.0	1.4	<b>8.85</b>	<b>.000</b>
Aspectos sexuales	<b>29.0</b>	2.0	29.9	2.0	30.8	2.7	<b>2.81</b>	<b>.051</b>
Hábitos	17.9	1.6	17.5	2.0	17.2	1.5	.912	.404
Alcohol y tabaco	46.7	4.7	<b>49.3</b>	1.7	47.8	3.2	<b>8.05</b>	<b>.000</b>

Cuadro 3. Medias y prueba t de Student de factores de riesgo latente por grado escolar  
Nota:  $p \leq .0$

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En la adolescencia temprana, ocurren una serie de cambios que ponen en riesgo los procesos adaptativos del adolescente, de ahí la necesidad de identificar la presencia de factores de riesgo para implementar diversas líneas de acción. Los hallazgos muestran que, en torno a las características del desarrollo adolescente asociadas al riesgo, se observó un predominio del nivel alto en aspectos escolares (seguido del nivel promedio) y uso de alcohol y tabaco. Lo que no constituye un factor de riesgo. Uno de los cambios más notorios del paso de la primaria a la secundaria es la disminución del rendimiento escolar y el interés por todo tipo de actividades académicas (Palacios, Marchesi y Coll, 2002). No obstante en este caso, las mayores dificultades lo expresan quienes están próximos a egresar, sin representar un riesgo real.

La clave fundamental es que la escuela sea capaz de ofrecer los reforzadores de los factores protectores en la vida de los estudiantes y de los docentes. En toda institución educativa el profesor tiene una función de guía, mediador y facilitador de aprendizajes significativos, si el profesor genera un ambiente de aprendizaje amable y agradable con tono humano, logrará que los estudiantes estén motivados y puedan ver en su quehacer diario una realización personal (Noriega, Angulo & Angulo, 2015). Ello actúa como factor protector en el desarrollo adolescente.

Así mismo, se encontró un predominio de Niveles promedio en planes a futuro, aspectos sexuales y hábitos, lo cual es esperado, ya que en los primeros años de la adolescencia están en proceso de reconocer aspectos propios y de ir moldeando conductas adaptativas. Construir un plan de vida es complejo debido a que el adolescente vive el presente y pensar en el futuro representa largos momentos de reflexión y a pesar de que si los tiene, suele confundirse y optar por visualizar lo inmediato. En tanto, la sexualidad es parte fundamental de su desarrollo y se está en proceso de consolidar una posición sexual irreversible, además la necesidad de autodescubrirse y definirse puede estar asociada con la implementación de conductas relacionadas con la búsqueda de placer, por lo que, el hecho de que aparezca en una tendencia intermedia es positivo. Y en cuestión de hábitos, por lo regular en esta etapa, hay una variabilidad en ellos, como resultado de sus demandas internas y desafíos externos.

La adolescencia es una etapa crucial para la configuración de hábitos de todo tipo y en general de estilos de vida que persistirán en etapas posteriores, con repercusiones, no sólo en esta etapa en cuanto al posible impacto como factor de riesgo, sino también en la edad adulta; de ahí la importancia de identificar la existencia de posibles factores que pongan en peligro la salud (San Mauro, et. al, 2015). Y con base en los resultados, estos se encuentran en niveles esperados dada la etapa del desarrollo.

Contrario a lo anterior, se observa un bajo nivel en autoeficacia, lo cual podría relacionarse con los cambios experimentados y las pérdidas que se presentan en las diversas áreas del desarrollo, lo que pone en duda la capacidad de afrontar tantas transformaciones. Al ser la adolescencia una etapa de constantes cambios, se considera un período de riesgo latente en la aparición de conductas que no permiten una adecuada adaptación al medio; por lo que se ha mermado según los resultados obtenidos, la capacidad de auto observación de los propios recursos.

Los hallazgos muestran que existe correlación entre autoeficacia con aspectos escolares; a mayor autoeficacia, menos riesgo en dicha área; la relación con planes a futuro y hábitos demuestra que conforme es mayor la autoeficacia, el adolescente es capaz de ir planteando un proyecto de vida y se enfoca a preservar hábitos saludables.

Habilidades como la autoeficacia, promueven el desarrollo de factores protectores ante situaciones conflictivas y facilitan en el adolescente, la labor de enfrentar con éxito las exigencias del medio (Choque-Larrauri y Chirinos-Cáceres, 2009). Las diferencias por género también se observaron en algunas características del desarrollo adolescente, destacando que los hombres presentan mayor riesgo en aspectos escolares. Diversas investigaciones reportan diferencias significativas de acuerdo al género en el comportamiento dentro de las escuelas, y muchas de las conductas que manifiestan los varones principalmente son antisociales lo cual pudiera afectar el rendimiento en general (Garaigordobil, 2015).

Contrario a ello, las mujeres presentan más riesgo en cuestión de hábitos, los cuales se asocian principalmente con patrones de sueño y de alimentación. Al respecto, Ramos, et. al (2010) afirma que las chicas tienen mayor prevalencia de padecer perturbaciones de la imagen corporal y llevar a cabo un mayor número de conductas destinadas al control de su peso. Lo que podría afectar los hábitos alimenticios.

Tomando como base el grado escolar, existen diferencias, siendo los adolescentes de 3er grado quienes presentan mayores indicadores de riesgo en aspectos escolares pero menos en aspectos sexuales, en comparación con los de 1er grado. El hecho de que los mayores presenten mayores problemas escolares se debe a que inician la etapa propiamente tal donde se presenta la crisis de identidad, aunado a la falta de interés por continuar los estudios. En cuestión de uso de alcohol y tabaco quienes se muestran más vulnerables son los adolescentes que cursan el 2do grado. Lo cual refleja lo reportado por Palacios, Marchesi y Coll (2002) que es precisamente a la mitad de la adolescencia temprana donde se observan comportamientos de mayor riesgo adolescente.

En tanto, los alumnos más jóvenes de la secundaria (1er grado) optan por algunas prácticas sexuales potenciales de riesgo, sin llegar a serlo, lo cual podría ser esperado dada la necesidad de experimentación. Diversos estudios han señalado que existe una iniciación sexual cada vez más temprana en la adolescencia, lo cual puede derivarse de una tendencia a minimizar los posibles efectos negativos derivados de la práctica de actividades que representen riesgo para la salud por parte de los adolescentes (Gonçalves, Castellá & Carlotto, 2017). Llama la atención que los adolescentes de 1er grado cuentan con planes a futuro más claros, posiblemente debido a que como inician su educación secundaria, cuentan con mayores expectativas al respecto.

### Conclusiones

Los resultados demuestran la importancia de indagar la manera en que los adolescentes resuelven los problemas de la vida cotidiana, encontrándose que desde su propia perspectiva, no se identifican factores de riesgo; a pesar de que durante la adolescencia haya un incremento en el número de actividades consideradas como comportamientos problemáticos o de riesgo, dados los cambios internos y las demandas de la sociedad.

Destaca que la autoeficacia se encontró baja lo que equivale a que los adolescentes conciben limitaciones hacia el logro de sus objetivos, las creencias se orientan hacia la falta de capacidades para enfrentar los retos de la vida cotidiana, lo cual los coloca en riesgo latente. Sin embargo, el sentido de autoeficacia actúa como factor protector en el desarrollo adolescente; a mayor autoeficacia, menores condiciones de riesgo. Dichos datos son relevantes porque dibujan lo que sucede con los adolescentes en la actualidad; cuentan con suficientes competencias para dar respuesta a las demandas cotidianas, y disminuir el impacto de factores de riesgo en las diversas dimensiones de su vida. Se requiere favorecer creencias de autoeficacia más favorables, lo cual es fundamental para emprender acciones en beneficio del desarrollo personal y del entorno, ya que si el adolescente confía en que es capaz de lograr algo, se enfrentará a los problemas y los resolverá satisfactoriamente. Se concluye que las creencias de autoeficacia actúan como un poderoso recurso para favorecer la toma de decisiones y paliar los efectos de los factores de riesgo existentes impulsando con ello, comportamientos más saludables.

### Recomendaciones

Dados los hallazgos, es recomendable ampliar la muestra de estudio e incluir adolescentes que se ubiquen en las distintas subetapas de la adolescencia lo cual aportaría mayores evidencias.

## Referencias

- Choque-Larrauri, R. y Chirinos-Cáceres, J. (2009). Eficacia del Programa de Habilidades para la Vida en Adolescentes Escolares de Huancavelica, Perú. *Revista de Salud Pública*, 11 (2), 169-181.
- Deza, S. (2015). Factores de riesgo y protección en niños y adolescentes en situación de pobreza de instituciones educativas en Villa, El Salvador. *Avances en Psicología*, 23(2), 231-240. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n2.165>
- Garaigordobil, M. (2015). Conducta antisocial durante la adolescencia: correlatos socio-emocionales, predictores y diferencias de género. *Psicología Conductual*, 13 (2), 197-215
- Gonçalves, S; Castellá, J; Carlotto, M. (2017). Predictores de Conductas Sexuales de Riesgo entre Adolescentes. *Interamerican Journal of Psychology*, 41(2), 161-166
- García, W. (2019). Sedentarismo en niños y adolescentes: Factor de riesgo en aumento. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), 1602-1624. [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(1\).enero.2019.1602-1624](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(1).enero.2019.1602-1624)
- Gómez, L., Barcelata, B. y Durán Patiño, C. (2007). Estructura factorial del inventario autodescriptivo del adolescente (IADA) *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica*, 1(23), 149-173
- Inglés, C. J., Pastor, Y., Torregrosa, M. S., Redondo, J. y García, J. M. (2009). Diferencias en función del género y el curso académico en dimensiones del autoconcepto: estudio con una muestra de adolescentes españoles. *Anuario de Psicología*, 40(2), 271-288.
- Jiang, X., Lyons, M. & Huebner, S. (2016). An examination of the reciprocal relations between life satisfaction and social problem solving in early adolescents. *Journal of Adolescence* Vol. 53, 141-151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescence.2016.09.004>.
- Nezu, A., Nezu, C. y D`Zurilla, T. (2014). *Terapia de Solución de Problemas: manual de tratamiento*. Bilbao: DESCLÉE DE BROUWER.
- Noriega, G., Angulo, B. & Angulo, G. (2015). La resiliencia en la educación, la escuela y la vida. *Perspectivas docentes*, 58, 42-48. <https://doi.org/10.19136/pd.a0n58.1199>
- Romagnoli, C., Kuzmanic, V. & Caris, L. (2015). La familia y su rol en la prevención de conductas de riesgo: Factores protectores. *Valoras*. <http://valoras.uc.cl/images/centro-recursos/familias/ValoresEticaYDesarrolloSocioemocional/Fichas/La-familia-y-su-rol-en-factores-de-riesgo.pdf>

Sánchez, M. y De Luna, E. (2015). Hábitos de vida saludable en la población universitaria. *Nutrición hospitalaria*, 31(5):1910-1919.  
<https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n5/03revision03.pdf>

### **Notas Biográficas**

La **Dra. Marisol Morales Rodríguez** es profesora investigadora en la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, fue catedrática en la Universidad Autónoma de Baja California. Es licenciada en Psicología, con Maestría en Psicología de la Salud y Doctorado en Ciencias de la Educación. Sus líneas de investigación se han centrado en la Adolescencia, indagando factores protectores como de riesgo. Su interés ha sido promover habilidades para la vida en adolescentes mediante la implementación de programas de intervención. Ha publicado en revistas como REDIE, Vinculatégica, Revista Iberoamericana de producción académica y Gestión Educativa, Revista electrónica sobre cuerpos académicos y Grupos de Investigación, Revista Mexicana de Orientación Educativa, entre otras.



## Elaboración de Tablero de Prueba Eléctrica

Saúl Mora Tena<sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Méndez González<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón<sup>3</sup> y MC. Abel Eduardo Quezada Carreón<sup>4</sup>

**Resumen**— Se diseñó un tablero de prueba eléctrica con sistema poka-yoke, que logra verificar la total funcionalidad de los arneses automotrices, además de asegurar que se han colocado los conectores adecuados en los ramales designados bajo las especificaciones del cliente, del área de ingeniería y calidad.

Se obtiene como resultado la implementación de este tablero a la línea de producción en la empresa maquiladora con éxito, con el que se logró pasar pruebas de calidad de los arneses mediante un análisis de continuidad eléctrica en los circuitos designados por los planos, y una verificación que se realiza al colocar los conectores de los ramales en el sistema poka-yoke para asegurar la correcta colocación de los elementos.

Como resultado final se obtiene una aprobación del área de ingeniería con la cual se instaló el equipo en la línea de producción para ser utilizado como una herramienta para el área de calidad, área se mostró satisfecho con la funcionalidad del equipo y su utilidad para la línea de producción.

**Palabras clave**— poka-yoke, arnés, diseño, eléctrica.

### Introducción

Todos los vehículos en la actualidad cuentan con un arnés eléctrico o varios con los cuales es capaz de funcionar adecuadamente ya que estos se encargan de transmitir las señales eléctricas del vehículo, cosas que cotidianamente parecen simples tal como encender tus luces, permitir que la radio suene, o desde algo tan básico como lo es encender algún foco en tu auto. Con el paso del tiempo, así como los carros van sufriendo cambios estéticos también sufren cambios mecánicos y de tecnología y por ende los cambios en el arnés o arneses son de constante modificación. Estos van cambiando en su cantidad de circuitos, diferentes tipos de conectores, incluso mejoras en las estructuras de los arneses por completo para lograr adecuarse a los distintos elementos de temperatura, fricción, flexión, eso por mencionar algunos.

Los arneses automotrices son usados para transmitir una amplia variedad de señales que están desde las señales de control de bajo rango hasta señales de corrientes altas para motores de corriente directa (Smith, 1994). Están conformados por un conjunto de circuitos, terminales, conectores, clips, encintados, y más parafernalia necesaria que conforma al elemento y le da la función de llevar señales a través de sus circuitos.

Es por eso por lo que el tablero de prueba eléctrica juega una parte elemental para el proceso de flujo final de la construcción del arnés automotriz. El área de prueba eléctrica es donde se lleva a cabo una inspección de continuidad eléctrica a los circuitos de todo el arnés. La finalidad de esta fase dentro de la línea de producción es descartar posibles defectos eléctricos o de componentes en la elaboración de los arneses y así disminuir las posibles quejas del cliente y obtener un estándar alto de calidad. Con esta herramienta se comprueba la continuidad eléctrica, que los conectores y terminales sean las correctas para el modelo a trabajar.

### Descripción del Método

Las empresas maquiladoras encargadas de elaborar arneses para la industria automotriz realizan una serie de pruebas de calidad en sus productos las cuales en este caso son la prueba dimensional y prueba eléctrica. La prueba dimensional es realizada manualmente por el operador con un tablero donde se monta el arnés en unos pernos para verificar que el arnés esté dentro de los parámetros dimensionales y que contenga los correctos tipos de encintados. Después de la prueba dimensional para al área de prueba eléctrica donde se verifica si está pasando la corriente eléctrica en los conectores adecuadamente. Como los arneses son manipulados por los operadores y estos deben cumplir con una meta de elementos elaborados diariamente a veces forcejean la máquina para que conectores distintos pasen la prueba, aunque no sea el conector adecuado, o también se da el caso de que ellos introducen un circuito extra

<sup>1</sup> Saúl Mora Tena alumno de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [al154015@alumnos.uacj.mx](mailto:al154015@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Luis Carlos Méndez González es profesor investigador del departamento de ingeniería industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [luis.mendez@uacj.mx](mailto:luis.mendez@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón es profesor investigador del departamento de ingeniería industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [Luis.picon@uacj.mx](mailto:Luis.picon@uacj.mx)

<sup>4</sup> MC. Abel Eduardo Quezada Carreón es profesor investigador del departamento de ingeniería industrial y manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [abquezad@uacj.mx](mailto:abquezad@uacj.mx)

no utilizado para el arnés para que pase la prueba y les imprima la etiqueta del producto, y estas prácticas equivocadas causan elementos de producción defectuosos que no cumplen con la calidad ni las especificaciones establecidas y crean problemas en el vehículo lo cual a su vez causan quejas del cliente y hace devolución de elementos mal elaborados.

Trabajando junto con el área de calidad de la empresa se hace un análisis junto con los líderes en las áreas de producción para identificar los problemas que se tienen con los equipos de prueba que actualmente presentan problemas. Haciendo resaltar detalles de las mesas actuales, resalta mucho la falta de visuales en el equipo por lo cual los operadores logran colocar conectores en módulos donde no deberían de ir, ya que no se tenía indicado que terminal iría en ese módulo de prueba. Otro de los detalles que salieron a la luz es que para que el operador logre acabar con la cuota de producción diaria, este manipulaba la mesa para forzar el sistema a que la máquina imprimiera la etiqueta de identificación del arnés, siendo que el arnés en realidad no era un elemento útil ya que no se estaba 100% seguro de que fuera funcional en su totalidad. Otro de los problemas es que el tablero anterior solo indicaba que conector era el que estaba mal pero no cual circuito en específico era el dañado o que estuviera mal colocado o en un lugar donde no debía estar, por lo cual nos dio a conocer el líder de producción que sería de utilidad conseguir algún sistema que lograra identificar exactamente dónde está el error.

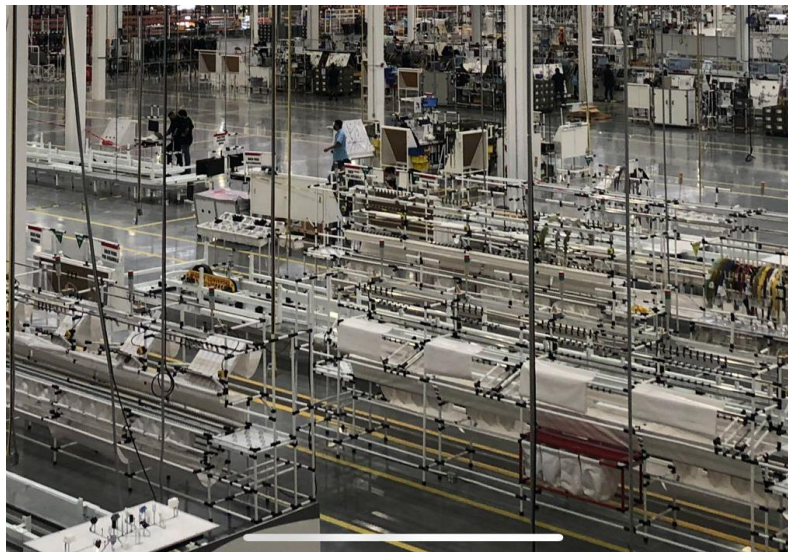


Figura 1. Líneas de producción donde se trabajó.

Ya con la retroalimentación se empieza a trabajar en rediseñar las mesas de prueba eléctrica actuales para que no logren hacer ese baipás al sistema, hacer una implementación de visuales adecuadas a la mesa de prueba, y se opta por implementar nuevos módulos que sean funcionales, e investigar de algún programa que cumpla con las necesidades que presentan los operadores para mejorar sus labores cotidianas.

Para poder mitigar uno de los errores que se han presentado con los tableros que se tenían, se opta por adecuar y diseñar un tablero de prueba eléctrica específico para un arnés, por lo cual se diseñan fixturas con sistema poka-yoke que proporciona muchos beneficios a los procesos de fabricación, siendo el más importante esta mejora en el control de calidad general. Al integrar el poka-yoke en línea, los errores se evitan o se detectan antes de un posible fallo o fatalidad ya que son elementos de vital importancia en un vehículo. Esta implementación ayuda a evitar que los productos defectuosos lleguen al final del proceso o se generen. Con esto se prevé una mayor calidad en el producto de salida. El poka-yoke es de gran utilidad en situaciones donde hay tareas repetitivas que dependan de atención o memoria y así los poka-yokes ayudan a liberar la tensión del operador de recordar donde va algún elemento además de eliminar el margen de error (Dudek-Burlikowska, 2009). Un ejemplo de poka-yoke que se implementó en las mesas de prueba eléctrica se muestra en la figura 1 a continuación.



Figura 2. Sistema poka-yoke implementado.

Otro de los puntos importantes a diseñar es hacer el implemento de ayudas visuales para que funcionen como apoyo a los operadores para liberar de la tensión de tener que recordar el procedimiento o que elementos necesitan usar y así evitar un mal uso del equipo o realizar un trabajo mal hecho. Se decide hacer un grabado en los módulos indicando el número de parte y la numeración de la terminal que se vaya a colocar en ese módulo para evitar confusiones a la hora de montar el arnés en la mesa de prueba para lograr con éxito la prueba del elemento en cuestión, así como se muestra en la figura 2.

HOJA ESTÁNDAR DE OPERACIÓN					
Nombre de Operación		ELECTRICA 1			
Comentarios Celia Mendosa Margarito Ortega		Año Modelo: 2021 Cliente: Programa: ROCKET		Fecha: 5-Mar-21 Rev. De Formato: 11-EN-7.5-08 Familia: 1 Rev. de Instrucción: 1	
NOMBRE DE ELEMENTO	SECUENCIA	NÚMERO	REGISTRO DE ELEMENTO DE TRABAJO IDENTIFICADO	OPERATIVO O COMPONENTE	DE CONECTOR
Revisar área de trabajo	1	1	Revisar que el área de trabajo este limpia y ordenada		
Limpieza de área	2	2	Sopletear módulos al inicio de turno		
Programación eléctrica	3	3	Passar arnes maestro para checar que el funcionamiento de la mesa de electrica este en correcto funcionamiento en cada inicio de turno.		
Espera	4	4	Tomar Arnes del rack y colocarlo en la mesa de electrica		
Programación eléctrica	5	5	Escanear etiqueta de dimensiones		
Ensamble de conectores en OLT	6	6	Ensamblar el Arnes iniciando por el clamp (C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18,C19,C20,C21,C22,C23,C24,C25,C26,C27,C28,C29,C30,C31,C32,C33,C34,C35,C36,C37,C38,C39,C40,C41,C42,C43,C44,C45,C46,C47,C48,C49,C50,C51,C52,C53,C54,C55,C56,C57,C58,C59,C60,C61,C62,C63,C64,C65,C66,C67,C68,C69,C70,C71,C72,C73,C74,C75,C76,C77,C78,C79,C80,C81,C82,C83,C84,C85,C86,C87,C88,C89,C90,C91,C92,C93,C94,C95,C96,C97,C98,C99,C100,C101,C102,C103,C104,C105,C106,C107,C108,C109,C110,C111,C112,C113,C114,C115,C116,C117,C118,C119,C120,C121,C122,C123,C124,C125,C126,C127,C128,C129,C130,C131,C132,C133,C134,C135,C136,C137,C138,C139,C140,C141,C142,C143,C144,C145,C146,C147,C148,C149,C150,C151,C152,C153,C154,C155,C156,C157,C158,C159,C160,C161,C162,C163,C164,C165,C166,C167,C168,C169,C170,C171,C172,C173,C174,C175,C176,C177,C178,C179,C180,C181,C182,C183,C184,C185,C186,C187,C188,C189,C190,C191,C192,C193,C194,C195,C196,C197,C198,C199,C200,C201,C202,C203,C204,C205,C206,C207,C208,C209,C210,C211,C212,C213,C214,C215,C216,C217,C218,C219,C220,C221,C222,C223,C224,C225,C226,C227,C228,C229,C230,C231,C232,C233,C234,C235,C236,C237,C238,C239,C240,C241,C242,C243,C244,C245,C246,C247,C248,C249,C250,C251,C252,C253,C254,C255,C256,C257,C258,C259,C260,C261,C262,C263,C264,C265,C266,C267,C268,C269,C270,C271,C272,C273,C274,C275,C276,C277,C278,C279,C280,C281,C282,C283,C284,C285,C286,C287,C288,C289,C290,C291,C292,C293,C294,C295,C296,C297,C298,C299,C300,C301,C302,C303,C304,C305,C306,C307,C308,C309,C310,C311,C312,C313,C314,C315,C316,C317,C318,C319,C320,C321,C322,C323,C324,C325,C326,C327,C328,C329,C330,C331,C332,C333,C334,C335,C336,C337,C338,C339,C340,C341,C342,C343,C344,C345,C346,C347,C348,C349,C350,C351,C352,C353,C354,C355,C356,C357,C358,C359,C360,C361,C362,C363,C364,C365,C366,C367,C368,C369,C370,C371,C372,C373,C374,C375,C376,C377,C378,C379,C380,C381,C382,C383,C384,C385,C386,C387,C388,C389,C390,C391,C392,C393,C394,C395,C396,C397,C398,C399,C400,C401,C402,C403,C404,C405,C406,C407,C408,C409,C410,C411,C412,C413,C414,C415,C416,C417,C418,C419,C420,C421,C422,C423,C424,C425,C426,C427,C428,C429,C430,C431,C432,C433,C434,C435,C436,C437,C438,C439,C440,C441,C442,C443,C444,C445,C446,C447,C448,C449,C450,C451,C452,C453,C454,C455,C456,C457,C458,C459,C460,C461,C462,C463,C464,C465,C466,C467,C468,C469,C470,C471,C472,C473,C474,C475,C476,C477,C478,C479,C480,C481,C482,C483,C484,C485,C486,C487,C488,C489,C490,C491,C492,C493,C494,C495,C496,C497,C498,C499,C500,C501,C502,C503,C504,C505,C506,C507,C508,C509,C510,C511,C512,C513,C514,C515,C516,C517,C518,C519,C520,C521,C522,C523,C524,C525,C526,C527,C528,C529,C530,C531,C532,C533,C534,C535,C536,C537,C538,C539,C540,C541,C542,C543,C544,C545,C546,C547,C548,C549,C550,C551,C552,C553,C554,C555,C556,C557,C558,C559,C560,C561,C562,C563,C564,C565,C566,C567,C568,C569,C570,C571,C572,C573,C574,C575,C576,C577,C578,C579,C580,C581,C582,C583,C584,C585,C586,C587,C588,C589,C590,C591,C592,C593,C594,C595,C596,C597,C598,C599,C600,C601,C602,C603,C604,C605,C606,C607,C608,C609,C610,C611,C612,C613,C614,C615,C616,C617,C618,C619,C620,C621,C622,C623,C624,C625,C626,C627,C628,C629,C630,C631,C632,C633,C634,C635,C636,C637,C638,C639,C640,C641,C642,C643,C644,C645,C646,C647,C648,C649,C650,C651,C652,C653,C654,C655,C656,C657,C658,C659,C660,C661,C662,C663,C664,C665,C666,C667,C668,C669,C670,C671,C672,C673,C674,C675,C676,C677,C678,C679,C680,C681,C682,C683,C684,C685,C686,C687,C688,C689,C690,C691,C692,C693,C694,C695,C696,C697,C698,C699,C700,C701,C702,C703,C704,C705,C706,C707,C708,C709,C710,C711,C712,C713,C714,C715,C716,C717,C718,C719,C720,C721,C722,C723,C724,C725,C726,C727,C728,C729,C730,C731,C732,C733,C734,C735,C736,C737,C738,C739,C740,C741,C742,C743,C744,C745,C746,C747,C748,C749,C750,C751,C752,C753,C754,C755,C756,C757,C758,C759,C760,C761,C762,C763,C764,C765,C766,C767,C768,C769,C770,C771,C772,C773,C774,C775,C776,C777,C778,C779,C780,C781,C782,C783,C784,C785,C786,C787,C788,C789,C790,C791,C792,C793,C794,C795,C796,C797,C798,C799,C800,C801,C802,C803,C804,C805,C806,C807,C808,C809,C810,C811,C812,C813,C814,C815,C816,C817,C818,C819,C820,C821,C822,C823,C824,C825,C826,C827,C828,C829,C830,C831,C832,C833,C834,C835,C836,C837,C838,C839,C840,C841,C842,C843,C844,C845,C846,C847,C848,C849,C850,C851,C852,C853,C854,C855,C856,C857,C858,C859,C860,C861,C862,C863,C864,C865,C866,C867,C868,C869,C870,C871,C872,C873,C874,C875,C876,C877,C878,C879,C880,C881,C882,C883,C884,C885,C886,C887,C888,C889,C890,C891,C892,C893,C894,C895,C896,C897,C898,C899,C900,C901,C902,C903,C904,C905,C906,C907,C908,C909,C910,C911,C912,C913,C914,C915,C916,C917,C918,C919,C920,C921,C922,C923,C924,C925,C926,C927,C928,C929,C930,C931,C932,C933,C934,C935,C936,C937,C938,C939,C940,C941,C942,C943,C944,C945,C946,C947,C948,C949,C950,C951,C952,C953,C954,C955,C956,C957,C958,C959,C960,C961,C962,C963,C964,C965,C966,C967,C968,C969,C970,C971,C972,C973,C974,C975,C976,C977,C978,C979,C980,C981,C982,C983,C984,C985,C986,C987,C988,C989,C990,C991,C992,C993,C994,C995,C996,C997,C998,C999,C1000,C1001,C1002,C1003,C1004,C1005,C1006,C1007,C1008,C1009,C1010,C1011,C1012,C1013,C1014,C1015,C1016,C1017,C1018,C1019,C1020,C1021,C1022,C1023,C1024,C1025,C1026,C1027,C1028,C1029,C1030,C1031,C1032,C1033,C1034,C1035,C1036,C1037,C1038,C1039,C1040,C1041,C1042,C1043,C1044,C1045,C1046,C1047,C1048,C1049,C1050,C1051,C1052,C1053,C1054,C1055,C1056,C1057,C1058,C1059,C1060,C1061,C1062,C1063,C1064,C1065,C1066,C1067,C1068,C1069,C1070,C1071,C1072,C1073,C1074,C1075,C1076,C1077,C1078,C1079,C1080,C1081,C1082,C1083,C1084,C1085,C1086,C1087,C1088,C1089,C1090,C1091,C1092,C1093,C1094,C1095,C1096,C1097,C1098,C1099,C1100,C1101,C1102,C1103,C1104,C1105,C1106,C1107,C1108,C1109,C1110,C1111,C1112,C1113,C1114,C1115,C1116,C1117,C1118,C1119,C1120,C1121,C1122,C1123,C1124,C1125,C1126,C1127,C1128,C1129,C1130,C1131,C1132,C1133,C1134,C1135,C1136,C1137,C1138,C1139,C1140,C1141,C1142,C1143,C1144,C1145,C1146,C1147,C1148,C1149,C1150,C1151,C1152,C1153,C1154,C1155,C1156,C1157,C1158,C1159,C1160,C1161,C1162,C1163,C1164,C1165,C1166,C1167,C1168,C1169,C1170,C1171,C1172,C1173,C1174,C1175,C1176,C1177,C1178,C1179,C1180,C1181,C1182,C1183,C1184,C1185,C1186,C1187,C1188,C1189,C1190,C1191,C1192,C1193,C1194,C1195,C1196,C1197,C1198,C1199,C1200,C1201,C1202,C1203,C1204,C1205,C1206,C1207,C1208,C1209,C1210,C1211,C1212,C1213,C1214,C1215,C1216,C1217,C1218,C1219,C1220,C1221,C1222,C1223,C1224,C1225,C1226,C1227,C1228,C1229,C1230,C1231,C1232,C1233,C1234,C1235,C1236,C1237,C1238,C1239,C1240,C1241,C1242,C1243,C1244,C1245,C1246,C1247,C1248,C1249,C1250,C1251,C1252,C1253,C1254,C1255,C1256,C1257,C1258,C1259,C1260,C1261,C1262,C1263,C1264,C1265,C1266,C1267,C1268,C1269,C1270,C1271,C1272,C1273,C1274,C1275,C1276,C1277,C1278,C1279,C1280,C1281,C1282,C1283,C1284,C1285,C1286,C1287,C1288,C1289,C1290,C1291,C1292,C1293,C1294,C1295,C1296,C1297,C1298,C1299,C1300,C1301,C1302,C1303,C1304,C1305,C1306,C1307,C1308,C1309,C1310,C1311,C1312,C1313,C1314,C1315,C1316,C1317,C1318,C1319,C1320,C1321,C1322,C1323,C1324,C1325,C1326,C1327,C1328,C1329,C1330,C1331,C1332,C1333,C1334,C1335,C1336,C1337,C1338,C1339,C1340,C1341,C1342,C1343,C1344,C1345,C1346,C1347,C1348,C1349,C1350,C1351,C1352,C1353,C1354,C1355,C1356,C1357,C1358,C1359,C1360,C1361,C1362,C1363,C1364,C1365,C1366,C1367,C1368,C1369,C1370,C1371,C1372,C1373,C1374,C1375,C1376,C1377,C1378,C1379,C1380,C1381,C1382,C1383,C1384,C1385,C1386,C1387,C1388,C1389,C1390,C1391,C1392,C1393,C1394,C1395,C1396,C1397,C1398,C1399,C1400,C1401,C1402,C1403,C1404,C1405,C1406,C1407,C1408,C1409,C1410,C1411,C1412,C1413,C1414,C1415,C1416,C1417,C1418,C1419,C1420,C1421,C1422,C1423,C1424,C1425,C1426,C1427,C1428,C1429,C1430,C1431,C1432,C1433,C1434,C1435,C1436,C1437,C1438,C1439,C1440,C1441,C1442,C1443,C1444,C1445,C1446,C1447,C1448,C1449,C1450,C1451,C1452,C1453,C1454,C1455,C1456,C1457,C1458,C1459,C1460,C1461,C1462,C1463,C1464,C1465,C1466,C1467,C1468,C1469,C1470,C1471,C1472,C1473,C1474,C1475,C1476,C1477,C1478,C1479,C1480,C1481,C1482,C1483,C1484,C1485,C1486,C1487,C1488,C1489,C1490,C1491,C1492,C1493,C1494,C1495,C1496,C1497,C1498,C1499,C1500,C1501,C1502,C1503,C1504,C1505,C1506,C1507,C1508,C1509,C1510,C1511,C1512,C1513,C1514,C1515,C1516,C1517,C1518,C1519,C1520,C1521,C1522,C1523,C1524,C1525,C1526,C1527,C1528,C1529,C1530,C1531,C1532,C1533,C1534,C1535,C1536,C1537,C1538,C1539,C1540,C1541,C1542,C1543,C1544,C1545,C1546,C1547,C1548,C1549,C1550,C1551,C1552,C1553,C1554,C1555,C1556,C1557,C1558,C1559,C1560,C1561,C1562,C1563,C1564,C1565,C1566,C1567,C1568,C1569,C1570,C1571,C1572,C1573,C1574,C1575,C1576,C1577,C1578,C1579,C1580,C1581,C1582,C1583,C1584,C1585,C1586,C1587,C1588,C1589,C1590,C1591,C1592,C1593,C1594,C1595,C1596,C1597,C1598,C1599,C1600,C1601,C1602,C1603,C1604,C1605,C1606,C1607,C1608,C1609,C1610,C1611,C1612,C1613,C1614,C1615,C1616,C1617,C1618,C1619,C1620,C1621,C1622,C1623,C1624,C1625,C1626,C1627,C1628,C1629,C1630,C1631,C1632,C1633,C1634,C1635,C1636,C1637,C1638,C1639,C1640,C1641,C1642,C1643,C1644,C1645,C1646,C1647,C1648,C1649,C1650,C1651,C1652,C1653,C1654,C1655,C1656,C1657,C1658,C1659,C1660,C1661,C1662,C1663,C1664,C1665,C1666,C1667,C1668,C1669,C1670,C1671,C1672,C1673,C1674,C1675,C1676,C1677,C1678,C1679,C1680,C1681,C1682,C1683,C1684,C1685,C1686,C1687,C1688,C1689,C1690,C1691,C1692,C1693,C1694,C1695,C1696,C1697,C1698,C1699,C1700,C1701,C1702,C1703,C1704,C1705,C1706,C1707,C1708,C1709,C1710,C1711,C1712,C1713,C1714,C1715,C1716,C1717,C1718,C1719,C1720,C1721,C1722,C1723,C1724,C1725,C1726,C1727,C1728,C1729,C1730,C1731,C1732,C1733,C1734,C1735,C1736,C1737,C1738,C1739,C1740,C1741,C1742,C1743,C1744,C1745,C1746,C1747,C1748,C1749,C1750,C1751,C1752,C1753,C1754,C1755,C1756,C1757,C1758,C1759,C1760,C1761,C1762,C1763,C1764,C1765,C1766,C1767,C1768,C1769,C1770,C1771,C1772,C1773,C1774,C1775,C1776,C1777,C1778,C1779,C1780,C1781,C1782,C1783,C1784,C1785,C1786,C1787,C1788,C1789,C1790,C1791,C1792,C1793,C1794,C1795,C1796,C1797,C1798,C1799,C1800,C1801,C1802,C1803,C1804,C1805,C1806,C1807,C1808,C1809,C1810,C1811,C1812,C1813,C1814,C1815,C1816,C1817,C1818,C1819,C1820,C1821,C1822,C1823,C1824,C1825,C1826,C1827,C1828,C1829,C1830,C1831,C1832,C1833,C1834,C1835,C1836,C1837,C1838,C1839,C1840,C1841,C1842,C1843,C1844,C1845,C1846,C1847,C1848,C1849,C1850,C1851,C1852,C1853,C1854,C1855,C1856,C1857,C1858,C1859,C1860,C1861,C1862,C1863,C1864,C1865,C1866,C1867,C1868,C1869,C1870,C1871,C1872,C1873,C1874,C1875,C1876,C1877,C1878,C1879,C1880,C1881,C1882,C1883,C1884,C1885,C1886,C1887,C1888,C1889,C1890,C1891,C1892,C1893,C1894,C1895,C1896,C1897,C1898,C1899,C1900,C1901,C1902,C1903,C1904,C1905,C1906,C1907,C1908,C1909,C1910,C1911,C1912,C1913,C1914,C1915,C1916,C1917,C1918,C1919,C1920,C1921,C1922,C1923,C1924,C1925,C1926,C1927,C1928,C1929,C1930,C1931,C1932,C1933,C1934,C1935,C1936,C1937,C1938,C1939,C1940,C1941,C1942,C1943,C1944,C1945,C1946,C1947,C1948,C1949,C1950,C1951,C1952,C1953,C1954,C1955,C1956,C1957,C1958,C1959,C1960,C1961,C1962,C1963,C1964,C1965,C1966,C1967,C1968,C1969,C1970,C1971,C1972,C1973,C1974,C1975,C1976,C1977,C1978,C1979,C1980,C1981,C1982,C1983,C1984,C1985,C1986,C1987,C1988,C1989,C1990,C1991,C1992,C1993,C1994,C1995,C1996,C1997,C1998,C1999,C2000,C2001,C2002,C2003,C2004,C2005,C2006,C2007,C2008,C2009,C2010,C2011,C2012,C2013,C2014,C2015,C2016,C2017,C2018,C2019,C2020,C2021,C2022,C2023,C2024,C2025,C2026,C2027,C2028,C2029,C2030,C2031,C2032,C2033,C2034,C2035,C2036,C2037,C2038,C2039,C2040,C2041,C2042,C2043,C2044,C2045,C2046,C2047,C2048,C2049,C2050,C2051,C2052,C2053,C2054,C2055,C2056,C2057,C2058,C2059,C2060,C2061,C2062,C2063,C2064,C2065,C2066,C2067,C2068,C2069,C2070,C2071,C2072,C2073,C2074,C2075,C2076,C2077,C2078,C2079,C2080,C2081,C2082,C2083,C2084,C2085,C2086,C2087,C2088,C2089,C2090,C2091,C2092,C2093,C2094,C2095,C2096,C2097,C2098,C2099,C2100,C2101,C2102,C2103,C2104,C2105,C2106,C2107,C2108,C2109,C2110,C2111,C2112,C2113,C2114,C2115,C2116,C2117,C2118,C2119,C2120,C2121,C2122,C2123,C2124,C2125,C2126,C2127,C2128,C2129,C2130,C2131,C2132,C2133,C2134,C2135,C2136,C2137,C2138,C2139,C2140,C2141,C2142,C2143,C2144,C2145,C2146,C2147,C2148,C2149,C2150,C2151,C2152,C2153,C2154,C2155,C2156,C2157,C2158,C2159,C2160,C2161,C2162,C2163,C2164,C2165,C2166,C2167,C2168,C2169,C2170,C2171,C2172,C2173,C2174,C2175,C2176,C2177,C2178,C2179,C2180,C2181,C2182,C2183,C2184,C2185,C2186,C2187,C2188,C2189,C2190,C2191,C2192,C2193,C2194,C2195,C2196,C2197,C2198,C2199,C2200,C2201,C2202,C2203,C2204,C2205,C2206,C2207,C2208,C2209,C2210,C2211,C2212,C2213,C2214,C2215,C2216,C2217,C2218,C2219,C2220,C2221,C2222,C2223,C2224,C2225,C2226,C2227,C2228,C2229,C2230,C2231,C2232,C2233,C2234,C2235,C2236,C2237,C2238,C2239,C2240,C2241,C2242,C2243,C2244,C2245,C2246,C2247,C2248,C2249,C2250,C2251,C2252,C2253,C2254,C2255,C2256,C2257,C2258,C2259,C2260,C2261,C2262,C2263,C2264,C2265,C2266,C2267,C2268,C2269,C2270,C2271,C2272,C2273,C2274,C2275,C2276,C2277,C2278,C2279,C2280,C2281,C2282,C2283,C2284,C2285,C2286,C2287,C2288,C2289,C2290,C2291,C2292,C2293,C2294,C2295,C2296,C2297,C2298,C2299,C2300,C2301,C2302,C2303,C2304,C2305,C2306,C2307,C2308,C2309,C2310,C2311,C2312,C2313,C2314,C2315,C2316,C2317,C2318,C2319,C2320,C2321,C2322,C2323,C2324,C2325,C2326,C2327,C2328,C2329,C2330,C2331,C2332,C2333,C2334,C2335,C2336,C2337,C2338,C2339,C2340,C2341,C2342,C2343,C2344,C2345,C2346,C2347,C2348,C2349,C2350,C2351,C2352,C2353,C2354,C2355,C2356,C2357,C2358,C2359,C2360,C2361,C2362,C2363,C2364,C2365,C2366,C2367,C2368,C2369,C2370,C2371,C2372,C2373,C2374,C2375,C2376,C2377,C2378,C2379,C2380,C2381,C2382,C2383,C2384,C2385,C2386,C2387,C2388,C2389,C2390,C2391,C2392,C2393,C2394,C2395,C2396,C2397,C2398,C2399,C2400,C2401,C2402,C2403,C2404,C2405,C2406,C2407,C2408,C2409,C2410,C2411,C2412,C2413,C2414,C2415,C2416,C2417,C2418,C2419,C2420,C2421,C2422,C2423,C2424,C2425,C2426,C2427,C2428,C2429,C2430,C2431,C2432,C2433,C2434,C2435,C2436,C2437,C2438,C2439,C2440,C2441,C2442,C2443,C2444,C2445,C2446,C2447,C2448,C2449,C2450,C2451,C2452,C2453,C2454,C2455,C2456,C2457,C2458,C2459,C2460,C2461,C2462,C2463,C2464,C2465,C2466,C2467,C2468,C2469,C2470,C2471,C2472,C2473,C2474,C2475,C2476,C2477,C24		



Figura 4. Rack de placas y CPU.



Figura 5. Cableado de sistema eléctrico y neumático.

### Resultados

Este tablero de prueba eléctrica se diseña y construye como parte del requisito para la titulación de ingeniería en mecatrónica, se trabaja a la par aprovechando las prácticas profesionales en una industria maquiladora encargada de elaborar arneses de uso automotriz. Los materiales usados son de uso industrial y la calidad de estos son de la necesaria según el área de ingeniería, se contó con todo el apoyo de la empresa para la creación e implementación del proyecto dentro de una línea de producción.

El equipo creado nos da el apoyo necesario para el área de calidad en mas específico para poder realizar pruebas de calidad en el aspecto eléctrico y de componentes para saber si cumplen con los requisitos del cliente en base a la funcionalidad y el correcto uso de terminales en el arnés.

Se obtuvo una mejora en los tiempos con la implementación de los módulos poka-yoke ya que los operadores ya podían poner el conector adecuado y este a su vez no podía manipularse por el operador para hacer algún mal trabajo o lograr un baipás para acabar con el procedimiento.

Al momento de platicar con los operadores, se encontraron muy satisfechos con las ayudas visuales que se añadieron a los módulos ya que estos apoyaban a la identificación del conector en caso de que también se requiriera cambiar por otro y así localizar de manera más sencilla por medio del número de parte.



Comentaron que la visualización que precisa el programa implementado también era de gran utilidad ya que este mostraba no solo con el indicador led del modulo si no que presentaba en pantalla el tipo de error que sufría el conector, como se muestra en la figura 6 y 7 a continuación.

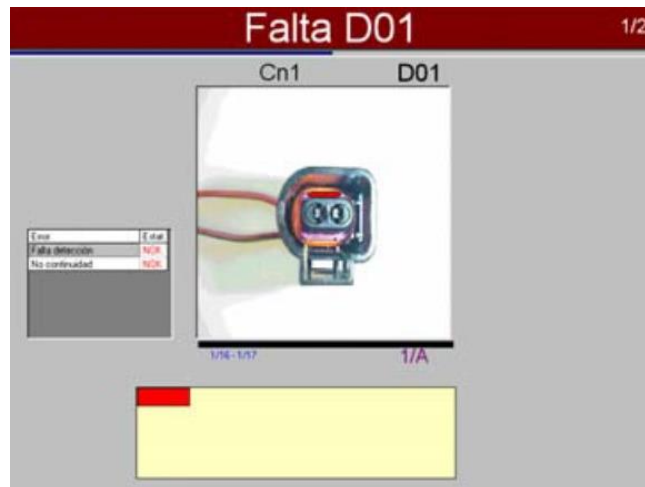


Figura 6. Sistema en acción mencionando la falta de un conector.

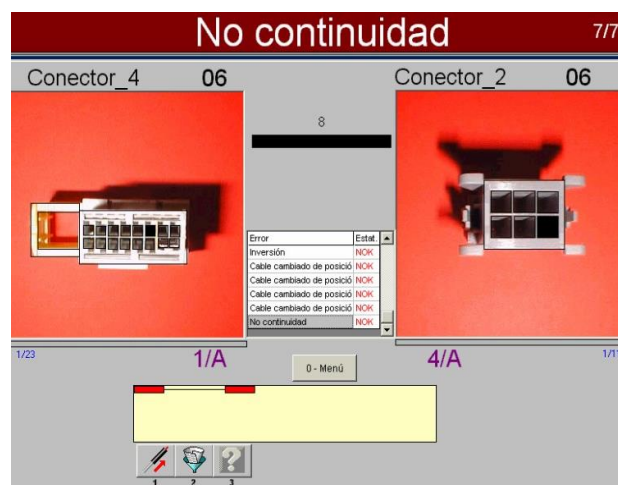


Figura 7. Sistema en acción mencionando falla de continuidad.

Como se puede apreciar en las figuras anteriores, se ve de manera mas clara cual es el error y así el operador puede aplicar medidas de reparación al arnés en cuestión para obtener un elemento funcional en su totalidad.

Los beneficios que se lograron con el tablero de prueba eléctrica otorgaron a la empresa una herramienta mas para mejorar sus tiempos de producción, una mejora en calidad de arneses y una mayor satisfacción del operador a la hora de realizar sus labores cotidianas, además de la implementación y mejora en equipos de trabajo.

### Conclusiones

Con la implementación del equipo de prueba eléctrica, se logra entender la importancia de estar en constante mejora al igual que estar pendiente en la actualización en equipos y sistemas de trabajo para estar a la punta en cuanto en herramientas de trabajo. Al tener esta herramienta que es el tablero de prueba eléctrica de arneses se percibe un beneficio por parte de la empresa para llevar a cabo sus procesos de trabajo.

El proyecto resultó capaz de solucionar los problemas que se presentaron según las áreas de calidad y producción. A la vez se toma en cuenta que todos los sistemas siempre presentan capacidad de actualizarse tanto en elementos de hardware como en elementos de software y con esto estar actualizado en novedades tecnológicas.

### Referencias

DUDEK-BURLIKOWSKA, MARTA & D. SZEWIECZEK. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 36.

W. T. SMITH, C. R. PAUL, J. S. SAVAGE, S. K. DAS, A. D. COOPRIDER AND R. K. FRAZIER (1994), "Crosstalk modeling for automotive harnesses," *Proceedings of IEEE Symposium on Electromagnetic Compatibility*,



## Celda Rotatoria Automatizada de Inyección

Ing. Eduardo Otoniel Moreno Campos <sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Méndez González <sup>2</sup>,  
Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón <sup>3</sup> y Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín <sup>4</sup>

**Resumen**— Se diseñó una celda automatizada de inyección de gel caliente la cual cuenta con reducidas dimensiones y que es capaz de identificar el tipo de piezas que tiene colocada en Posición de llenado.

Se obtiene como resultado la elaboración de una celda automatizada funcional que cuenta con dimensiones considerablemente reducidas a diferencia de otras máquinas de su tipo. Además, se inyectan dos diferentes tipos de piezas en la celda y esta es capaz de detectar que tipo de pieza está colocada en alguno de los puntos de inyección con los que cuenta.

Como resultado final se logra concluir con el funcionamiento en su totalidad de la celda, detectando e inyectando de acuerdo al tipo de pieza que esté siendo ingresado. Obteniendo así los resultados esperados al momento de realizar el análisis del producto terminado.

**Palabras clave**— Mecatrónica, automatización, robótica, diseño.

### Introducción

Desde que la industria tomó un lugar importante como fuente de desarrollo de productos, el equipo con el que se trabaja, la metodología y la tecnología han ido evolucionando de manera exponencial. Nos podemos dar cuenta de esto al observar cualquier empresa industrial. Anteriormente las maquinarias que se utilizaban eran enormes, consumían una gran cantidad de recursos y de espacio. Una vez que la era digital comenzó a surgir, muchas de estas máquinas fueron reemplazadas por otras que cumplieran con el mismo funcionamiento y que a su vez fueran menos costosas y más fáciles de operar. Un claro ejemplo de estos fueron las computadoras. La primera computadora comercial se creó en 1948 y llevó el nombre de UNIVAC. Y solo 33 años después salió al mercado la primera computadora portátil llamada osborn1 (Press, 1992)

Sin embargo, en algunos sectores industriales la transición ha sido más lenta debido al tipo de producto que se desarrolla, entre otras cuestiones. Es por esto que desde hace tiempo se ha ido buscando alternativas para poder dar ese cambio generacional en la maquinaria industrial de manera general y de una vez por todas.

Gracias a esto se han desarrollado maquinarias que no solo sean más eficientes a la hora de producir y más compactas, sino que a su vez puedan realizar más de una función, permitiendo hacer una mayor cantidad de productos con menos máquinas y esto a su vez permita aplicar metodologías de trabajo como la metodología LEAN, la cual ayuda a potenciar la producción de las empresas mediante técnicas que precisamente se basan en el espacio, el flujo del producto y la producción (Tejeda, 2011).

### Descripción del Método

Actualmente en las empresas que trabajan con moldeo e inyección de piezas se tiene un problema con las maquinarias que utilizan. En gran parte por el tamaño de estas y su poca adaptabilidad para realizar diferentes operaciones. Es por esto que se diseñó una celda de inyección, la cual tiene dimensiones de poco más de un metro de largo y menos de 1.7 metros de altura. Y que es capaz de inyectar 2 tipos de moldes distintos a la vez y que a su vez puede detectar automáticamente cuál de los 2 modelos que se pueden inyectar en la celda es el que tiene colocado en el cabezal de inyección para así poder inyectar de acuerdo a los parámetros de cada uno. Para hacer posible esta parte fue necesario agregar a los moldes ciertas características que pudieran hacer más sencilla su identificación en la celda. Es por esto que a los moldes se les agregó un inserto que pudiera ser registrado por medio de sensores y que le permitieran identificar a la celda el tipo de inyección necesaria.

Este tipo de mejoras son necesarias en empresas donde el proceso de producción depende en gran medida de maquinarias, por lo que realizar adaptaciones que permitan reducir el espacio que estas utilizan y que también

<sup>1</sup> Eduardo Otoniel Moreno Campos Alumno de la carrera ingeniería mecatrónica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [al157841@alumnos.uacj.mx](mailto:al157841@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> Dr. Luis Carlos Méndez González es Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [luis.mendez@uacj.mx](mailto:luis.mendez@uacj.mx).

<sup>3</sup> Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón es Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [luis.picon@uacj.mx](mailto:luis.picon@uacj.mx)

<sup>4</sup> Dr. Luis Alberto Rodríguez Picón es Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez [luis.picon@uacj.mx](mailto:luis.picon@uacj.mx)

permitan que estas mismas maquinas puedan desarrollar más de una operación sin necesidad de agregarle o intercambiarle partes mecánicas, se han convertido en un punto de mejora continua que se ha visto explotado de gran manera desde hace tiempo.

Para ello primeramente se definió el diseño de la celda, tomando como parámetros para este, los materiales necesarios para la construcción de la misma, el proceso de producción utilizado en máquinas de inyección similares y el producto a realizar.

Una vez recopilados los datos necesarios se creó el prototipo en el software de diseño 3d (SOLIDWORKS), el cual es un programa de diseño asistido por computadora de modelado sólido, obteniendo el primer dibujo como se muestra en la figura 1. Para de esta manera poder editar el diseño y realizar las adaptaciones pertinentes.

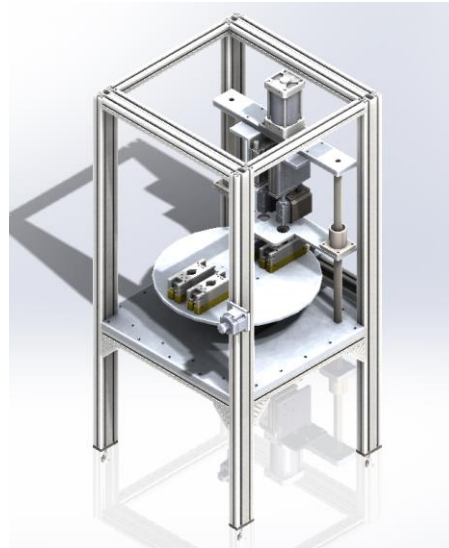


Figura 1. diseño de la celda

Al tener definido el diseño de la celda se procedió a realizar a la programación, esta se realizó en el software RSLOGIX 5000 el cual es un software de programación que utiliza el lenguaje de escalera para desarrollar código que se utiliza en los controladores lógicos programables (PLC). En la figura 2 podemos observar una parte de la programación. Aquí se utilizó la programación modular, la cual se basa en programar por módulos. La celda cuenta con un total de x entradas y salidas las cuales están distribuidas entre los pistones, los sensores, los botones, motores y demás componentes con los que cuenta la celda, por lo que se optó por utilizar el PLC allen bradley CompactLogix, los cuales son controladores en tiempo real, que ejecutan Windows 10 Iot en paralelo con el motor de control de logix. (Sistemas de Control CompactLogix | Allen-Bradley México, n.d.)

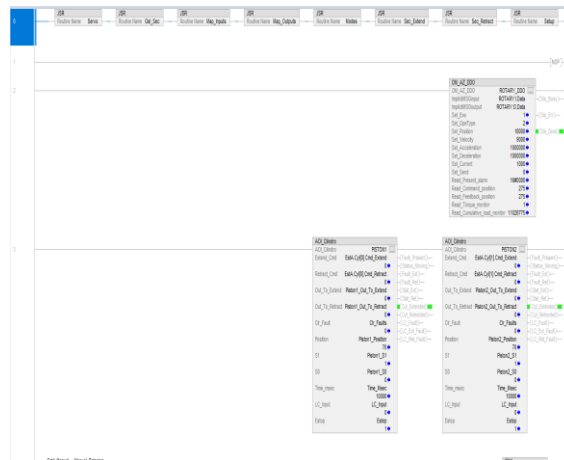


Figura 2. Sección del código de programación de la celda

Con el diseño de la celda y el código de programación desarrollado se procedió a realizar la interfaz hombre máquina. para esto se utilizó el panel pro-face. Este cuenta con su propio software de programación. En la figura 3 y en la figura 4 podemos observar el panel utilizado y el panel ya programado respectivamente.



Figura 3. Panel de control de la celda



Figura 4. Programación del panel de control

Al tener todos los elementos necesarios para su construcción listos para utilizarse se procedió a construir la celda. Primeramente, se realizó el armado físico de la celda, es decir, todos los componentes mecánicos que la componen. Una vez que estos fueron armados, se continuó con la parte del cableado, haciendo las conexiones pertinentes entre el plc, los drivers, los pistones y demás componentes necesarios.

Finalmente, mediante pruebas en tiempo real se verificó que las conexiones mecánicas y eléctricas estuviesen correctas para poder proseguir con las pruebas y así comprobar si había alguna falla en el proceso de producción o en la programación. En la figura 5 se puede ver una foto de la celda físicamente.



Figura 5. Celda armada completamente

Con el armado de la celda realizado se procedió a verificar que trabajara correctamente, para esto se realizaron más de 20 pruebas colocando los moldes en distintas posiciones, en diferente orden e intercalados para verificar que esta detectara correctamente los moldes. en la figura 6 se observa la colocación de los moldes para realizar dichas pruebas.



Figura 6. Colocación de moldes para pruebas

### Resultados

Este prototipo actualmente se encuentra en funcionamiento y ha traído una mejora significativa en la producción que ofrece con respecto a máquinas que realizan el mismo trabajo. A su vez, se obtuvo una reducción en el espacio que se utilizaba para este tipo de máquinas por lo que también se vio un incremento en el espacio libre de la empresa, por lo que da pie a poder crear celdas similares para poder seguir reduciendo el espacio ocupado por maquinarias y poder emplearlo en otras operaciones.

A continuación, se pueden ver fotos de la celda en funcionamiento y del producto que esta realiza. Véase las figuras 7 y 8.

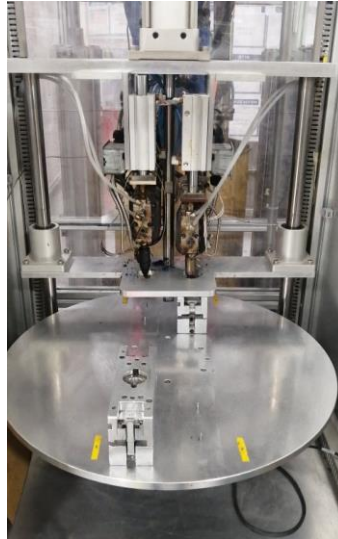


Figura 7. Proceso de inyección de la celda

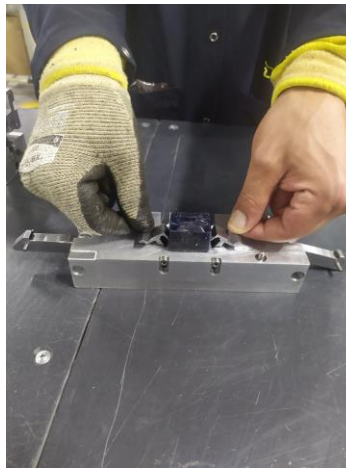


Figura 8. Modelo 1 producido en la celda



Figura 9. Modelo 2 producido en la celda

### Conclusiones

Una vez finalizada la construcción de la celda y comparándola con las máquinas que realizan funciones similares, se pudo observar que hay una mejora en diversas áreas, el espacio que ocupa esta celda es alrededor del 50% del espacio total que ocupan las otras máquinas. La producción, al tener 2 puntas de inyección se duplicó en relación a las otras máquinas ya que estas solo cuentan con una. Además de que al detectar automáticamente el tipo de molde que va a inyectar, los tiempos de inyección se ven ampliamente mejorados debido a que no hay que realizar ningún ajuste mecánico para que realice esta operación.

El diseño no está culminado en su totalidad debido a que se planea en un futuro seguir haciendo mejoras. Tanto en el proceso de inyección como en el diseño mismo de la celda para poder así optimizar aún más los recursos.

Debido a que la celda cuenta en su mayoría con componentes electrónicos como servomotores, plc's, electroválvulas, entre otros, el precio de construcción de esta osciló en los 73,000 dólares. Ya que muchos de estos componentes fueron comprados internacionalmente el tiempo de entrega fue considerablemente largo por lo que se deberá tener en cuenta si se quiere realizar algo de la misma índole. Existen alternativas en el apartado de los componentes que pueden mejorar el tiempo de entrega y de costos, sin embargo, se concluyó debido a especificaciones técnicas, reseñas y calidad de estos que esta era una de las mejores opciones.

Para la realización de esta celda se realizó un plan de trabajo el cual se siguió de manera consistente por lo que permitió que la construcción de esta se finalizara en el tiempo establecido.

### Recomendaciones

Los investigadores que quieran utilizar o mejorar el diseño de la celda, deberán tener en cuenta que esta fue diseñada para la inyección de gel a altas temperaturas a piezas plásticas. por lo que creemos que el diseño puede presentar mejoras en el aspecto ergonómico para el operario, así como el espacio ocupado puede ser mejor aprovechado. Para la construcción de la celda se utilizó aproximadamente 73,000 dólares. Debido a que la mayoría de los materiales que se utilizaron fueron comprados internacionalmente., se recomienda contemplar el tiempo de entrega para poder realizar la construcción dentro del plazo establecido.

### Referencias

- Press, L. (1992). Dynabook Revisited—Portable Computers Past, Present and Future. *Communications of the ACM*, 35(3), 25–32. <https://doi.org/10.1145/131295.214840>
- Sistemas de control CompactLogix | Allen-Bradley México. (n.d.). Retrieved October 10, 2021, from <https://www.rockwellautomation.com/es-mx/products/hardware/allen-bradley/programmable-controllers/small-controllers/compactlogix-family.html>
- Tejeda, S. (2011). MEJORAS DE LEAN MANUFACTURING EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS (Productions Systems improvements with Lean Manufacturing). *Ciencia y Sociedad*, 2 do, 276–310.
- Sistemas de control CompactLogix | Allen-Bradley México. (n.d.). Retrieved October 10, 2021, from <https://www.rockwellautomation.com/es-mx/products/hardware/allen-bradley/programmable-controllers/small-controllers/compactlogix-family.html>



# Desarrollo de la Comprensión Lectora en Alumnos de Segundo Grado de Primaria

Itzel Guadalupe Moreno Martínez<sup>1</sup>, Dra. Alejandra Pilar Porcayo Robles<sup>2</sup> y Dr. Héctor Velázquez Trujillo<sup>3</sup>

**Resumen**—La ponencia tiene como objetivo general: emplear el audio-cuento para el desarrollo de la comprensión lectora, en los alumnos de segundo grado de primaria. El estudio se llevó a cabo en un grupo de segundo grado de la escuela primaria *Profr. Heriberto Enríquez*, de Toluca, Estado de México. Se empleó un método hipotético-deductivo. Se presentan los resultados de diez alumnos, a quienes se les aplicó, de manera virtual, por medio de videollamadas un audio-cuento. Los resultados muestran que la mayoría se encuentran en nivel medio, sin embargo, este resultado se deriva de la influencia por parte de los padres de familia, por lo que se modificó la estrategia de aplicación. Se concluye que el uso del audio-cuento es una alternativa para el desarrollo de la comprensión lectora, siempre y cuando se consideren los intereses de los alumnos.

**Palabras clave**—Audio-cuento, comprensión lectora, desarrollo.

## Introducción

Mi nombre es Itzel Guadalupe Moreno Martínez, estudiante de la Escuela Normal No. 1 de Toluca, curso el séptimo semestre de la licenciatura en educación primaria.

A lo largo de mis jornadas de observación, ayudantía e inmersión dentro de las escuelas primarias, me he dado cuenta, que la comprensión lectora es uno de los mayores retos a los que se enfrentan los docentes y más aún en una educación a distancia. Es por ello que decidí abordar este tema durante una de mis intervenciones, apoyándome del recurso audio-cuento, considerando que los alumnos con los que trabajaría son de segundo grado, cuyas edades oscilan entre los 7 y 8 años.

## Descripción del método

Para el desarrollo y ejecución, se trabajó con una metodología hipotético-deductivo propuesta por, Popper (1980, citado en Marfull A. 2017), ya que da pauta a un procedimiento que parte de aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

El audio-cuento permite la comprensión lectora en alumnos de segundo grado de primaria, ¿Por qué se dice eso? Tomando en cuenta a Cassany (2012) y las condiciones que implican los escenarios virtuales a partir de aspectos como:

- **La hipertextualidad:** vínculos comunicantes que tienen diferentes itinerarios y rompen la linealidad del discurso
- **La intertextualidad:** se relaciona con las ideas que se conectan entre sí, con los nodos y vínculos externos
- **La multimodalidad:** se basa en la conformación de varios códigos, como imágenes, sonidos, letras, etc.
- **El plurilingüismo y la multiculturalidad:** hace referencia a la posibilidad de interactuar con varios interlocutores.

Cada uno de estos aspectos, son factores indispensables para considerar, ya que influyen en el desarrollo de las capacidades y barreras de cada alumno.

Para recuperar mi experiencia sobre este tema, primero investigue acerca de la comprensión lectora, el audio-cuento y la nueva modalidad de educación distancia, rescate las ideas centrales, relacionándolas con el tema que quiero abordar, así como las características de los alumnos con los que trabajaría, sus estilos de aprendizaje, su nivel de

<sup>1</sup> Itzel Guadalupe Moreno Martínez es estudiante de 5º semestre de la licenciatura en educación primaria de la Escuela Normal No. 1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [itzelmoreno283@gmail.com](mailto:itzelmoreno283@gmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Alejandra Pilar Porcayo Robles es docente investigador de la Escuela Normal No.1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [appr10@hotmail.com](mailto:appr10@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Héctor Velázquez Trujillo es docente investigador de la Escuela Normal No.1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [entvml@yahoo.com.mx](mailto:entvml@yahoo.com.mx)

comprensión lectora y los recursos con los que contaban, para que yo pudiera partir de ello pero sobre todo tener un referente sobre las limitantes que los alumnos podrían tener.

### **Comprensión lectora y educación a distancia (virtual)**

El diccionario de la Real Academia Española define la palabra lectura como “La interpretación del sentido de un texto” (Salinas, 2018). Leer un texto no implica que estemos entendiendo su contenido, un motivo puede ser que no sepamos el significado de algunas palabras o que no interpretemos lo que el autor quiere expresar, pero otro motivo puede ser que no estemos concentrados, se puede leer y pensar en otra cosa a la vez, este problema debemos corregirlo desde las edades escolares fomentando las estrategias de comprensión lectora.

Para conseguir un aprendizaje provechoso es necesaria la comprensión de textos, nos dice Escalona (2006). La comprensión a su vez necesita del análisis y síntesis para consolidar los conocimientos que se van construyendo a partir de la lectura. El propósito de la comprensión es penetrar en el significado e importancia, sacando deducciones. Es pues la comprensión una ventaja y razón para aprender. Por lo tanto, la comprensión lectora es la capacidad para entender lo que se lee, atendiendo a la comprensión global del texto y también a la comprensión de las palabras.

La comprensión lectora se puede desarrollar en diferentes entornos y con distintas posibilidades, sin embargo, como nos describe Moreno (2003), en este proceso se infiere el significado de lo que se lee a partir de los conocimientos previos que tiene el lector. Tomando en cuenta ello y la edad de los alumnos (entre 7-8 años) y su estilo de aprendizaje (auditivo-visual), fue que se optó por el audio-cuento, ya que propician un espacio en el que el alumno imagine lo que está escuchando y se adentre en el cuento, teniendo así un mejor resultado de comprensión lectora.

Es un proceso cognitivo destinado para comprender el significado del texto. Aprender a leer no es una tarea fácil, requiere mucho tiempo y práctica para los niños. Dominar la lectura significa desarrollar una serie de estrategias que seguirán mejorando con el tiempo hasta que pueda leer y comprender con fluidez. En otras palabras, debes aprender a leer con precisión (sin errores), rápido (sin vacilaciones) y con la entonación correcta. Y, lo más importante, debe comprender lo que está leyendo.

#### *La educación a distancia y sus retos:*

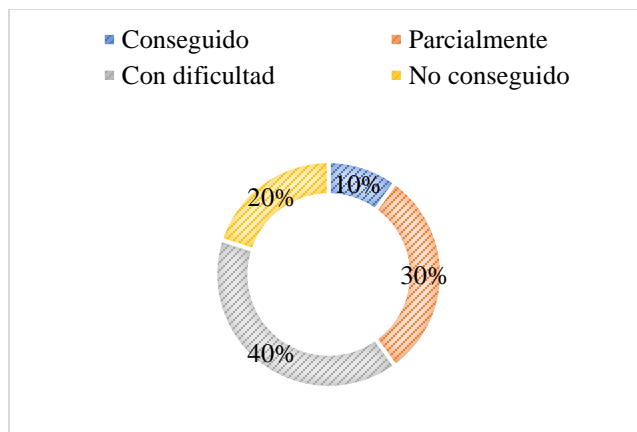
Escárzaga, J. F., Varela, J. G. D., & Martínez, P. L. M. (2020), mencionan que pasar de la educación presencial a la educación a distancia, sin docentes capacitados y sin infraestructura tecnológica suficiente, era tarea sumamente complicada. Además, los alumnos no sabían conducirse sin la orientación/presión de su maestro, a lo que, desde luego, había que sumarle el desconcierto de los padres de familia para orientar tan de cerca a sus hijos en las labores escolares.

Como mencionan Zubillaga y Gortazar (2020), la educación a distancia implica la planificación y el diseño de experiencias de enseñanza y aprendizaje online. La demanda en el empleo de la tecnología aumento de una forma masiva en la educación. Estos cambios requieren una adaptación por parte del sistema educativo. Según Bonal (1998), la tecnología ha entrado de forma masiva en el aula. Esos cambios tecnológicos han demandado y requieren “especialistas y expertos” seleccionados y formados “en un sistema educativo en plena expansión” Es por ello por lo que se consideró el audio-cuento ya que presenta las facilidades para los alumnos que en ocasiones no pueden conectarse a la sesión virtual, puesto que se podrán realizar video llamadas personalizadas y de esta manera centrar la atención en el alumno o la alumna.

### **Resultados**

Se utilizaron listas de cotejo, con ellas se trabajó en dos diferentes ejes: las inferencias entre los datos y las ideas del texto, y la determinación del texto, esto se aplicó, mediante una video-llamada vía WhatsApp, obteniendo los siguientes resultados:

Se aplicó a diez alumnos, de los cuales el 40% presentaron dificultades para ir más allá de la comprensión literal del texto y percibir características de su forma tales como el reconocimiento del uso de tipos de diferentes letras, la utilización del texto como modelo para escribir uno propio o semejante, así como la dificultad para percibir la relación que mantienen las ideas o que proporciona el texto.



Gráfica 1. Inferencia entre los datos e ideas del texto

Los resultados que se presentaron en un primer momento se vieron influenciados por los padres de familia ya que, al estar los alumnos en casa, los corregían al dar su respuesta o incluso se las decían, es por ello que se hizo una valoración en el instrumentos de evaluación (lista de cotejo), al asignar la evaluación y, *¿Cómo se hizo esto?*, debido a que la aplicación fue por video-llamada la puntuación se asignó a partir de la primera respuesta dada por parte del alumno, ya que está era lo más acercado a lo que en primer momento quería responder y no influenciada por los comentarios que le hacían.

A pesar de las lecturas que se realizan en la escuela primaria de manera periódica o las evaluaciones que implican y le demandan una comprensión del 100% a los alumnos. Un 40% del total de ellos presentaron dificultades al momento, de identificar el texto, así como de ideas principales de este y aquellos valores en los cuales el audio-cuento había sido muy puntual.

Puedo mencionar que el audio-cuento es una herramienta muy útil para los alumnos de primer y segundo grado, sin embargo, debido a las circunstancias y el contexto en el que se encontraban no fue el óptimo ya que su respuesta se veía influenciada. Así mismo cabe señalar, que se debe considerar, la brecha entre quienes tienen acceso ilimitado a internet y quienes eventualmente, o casi nunca, se pueden conectar para enviar y recibir tareas.

### Conclusiones

La lectura es un proceso de interacción entre el pensamiento y el lenguaje; los lectores necesitan reconocer letras, palabras y frases. Sin embargo, al leerlo, no siempre es posible comprender la información contenida en el texto, incluso puede malinterpretarse. Como habilidad intelectual, la comprensión implica dominar el significado transmitido por otros a través de sonidos, imágenes, colores y movimientos. Este es un proceso de decodificación basado en el contexto, ideas secundarias, entre otros.

Los audios-cuentos exponen a los niños a una gran cantidad de vocabulario y estructuras sintácticas. Esto les permite acceder a historias más complejas de las que están acostumbrados a leer, y no se sentirán abrumados o asustados cuando se enfrenten a textos más avanzados. Del mismo modo, pueden ayudar a aliviar la frustración de los alumnos que tienen más dificultades para decodificar letras; escuchar la historia en tiempo real hará que se concentren más en ella, que en tratar de leerla.

Así mismo se propician ambientes que favorezca la imaginación de los alumnos ya que al no tener, un recurso visual se estimula esta, puesto que ellos mismos van creando sus propias imágenes mentales mientras escuchan el audio-cuento, lo anterior los lleva a imaginar lo que no ven y esto les ayuda a desarrollar su creatividad.

Se concluye que el uso del audio-cuento es una alternativa para el desarrollo de la comprensión lectora, siempre y cuando se consideren los intereses de los alumnos. Así como nos menciona Pérez-López, E., Atochero, A. V., & Rivero, S. C. (2021) pág. 33. "La comunicación es un factor determinante para evitar el efecto de aislamiento que suele producirse en los modelos de enseñanza a distancia; efecto agudizado, además, por el impacto psicológico que la reclusión forzosa por la pandemia podía provocar." Los alumnos también se han visto obligados a adaptarse a

un modelo formativo, ya que los contenidos estaban diseñados, para trabajarse de una manera presencial, ya les exigía una óptima gestión del tiempo y, por tanto, mayor disciplina y organización.

### Referencias

- Bonal, X. (1998). *Sociología de la educación: una aproximación crítica a las corrientes contemporáneas*, Barcelona: Paidós Ibérica
- Cassany, D. (2012). *En línea: leer y escribir en la red*, Barcelona: Anagrama.
- Escalona, E. (2006). *Prevalencia de síntomas de alteraciones de la voz y condiciones de trabajo en docentes de escuela primaria*. Aragua-Venezuela. *Salud de los Trabajadores*, 14(2), 31-54.
- Escárzaga, J. F., Varela, J. G. D., & Martínez, P. L. M. (2020). *De la educación presencial a la educación a distancia en época de pandemia por Covid 19. Experiencias de los docentes*. *Revista electrónica sobre cuerpos académicos y grupos de investigación*, 7(14), 87-110.
- Marfull, A. (2017). *El método hipotético-deductivo de Karl Popper*. <https://andreumarfull.com/2019/12/18/el-metodo-hipotetico-deductivo>
- Moreno, V. (2003) *Leer para comprender*, Navarra: Gobierno de Navarra Departamento de educación y cultura.
- Pérez-López, E., Atochero, A. V., & Rivero, S. C. (2021). *Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios*. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 331-350.
- Salinas, J., (2018). *La lectura. Metodología de estudio*. UIDE - Facultad de Ciencias Administrativas. [https://issuu.com/jsalinas\\_ecu/docs/salinas\\_juan\\_tarea\\_2](https://issuu.com/jsalinas_ecu/docs/salinas_juan_tarea_2)
- Zubillaga, A., y Gortazar, L. (2020). *COVID-19 y educación: Problemas, respuestas y escenarios*. Fundación COTEC para la innovación. <https://bit.ly/2AtszSH>

# Estandarización para las Condiciones de Amplificación de los Genes *phaB* y *phaC* de la Cepa *Bacillus megaterium* MNSH1-9K-1

Andrés Moreno-Morales<sup>1</sup>, Estefanía Odemaris Juárez-Hernández<sup>2</sup> y  
Karla Lizbeth Macías-Sánchez<sup>3</sup>

**Resumen**—Debido al impacto ambiental que genera la producción de plásticos, existe el continuo interés de buscar distintas fuentes para la obtención de este tipo de materiales. Una de alternativas existentes es la generación de materiales plásticos a partir de bacterias. Se ha aislado e identificado una cepa de *Bacillus megaterium*, denominada MNSH1-9K-1, la cual es altamente productora de polihidroxibutirato (PHB) y bajo ciertas condiciones nutricionales y de crecimiento, se ha logrado aumentar su capacidad de producción de PHB. La vía de producción de PHB en el género *Bacillus*, se realiza a través del operón *phaRBC*, por lo que es de interés sobreexpresar dichos genes. En este trabajo, a través de un gradiente de temperatura y el uso de distintos tipos de Taq polimerasa, se estandarizaron las condiciones de amplificación para los genes *phaB* y *phaC* en la cepa MNSH1-9K-1 de *B. megaterium*.

**Palabras clave**—*Bacillus*, *phaB*, *phaC*, polihidroxibutirato

## Introducción

Los ácidos polihidroxialcanoatos (PHA) son bioplásticos termoestables sintetizados por algunas bacterias. Su rol fisiológico en la célula es el de la generación de reservas de carbono y energía. Las diferentes clasificaciones de PHA dependen del número de carbonos presentes en cada monómero. Estos pueden clasificarse como de cadena corta scl (short chain length) que contienen de 3 a 5 átomos de carbono; ejemplos de éstos son el poli-3-hidroxivalerato (P[3HV]) y el poli-3-hidroxibutirato (P[3HB]). Después están los PHAs de cadena media mcl (medium chain length) con 6 a 14 carbonos, como el poli-3(HB-co-HV) y PHAs de cadena mixta como el poli (3HB-co-3HV-co-3HHX) (Cardona et al. 2013). Los PHA fueron descritos originalmente en algunas especies de *Bacillus*, como *Bacillus cereus* (Dunlop y Robards, 1973) y *Bacillus megaterium* (Griebel et al. 1968), y después para más especies de bacterias como *Pseudomonas oleovorans* (de Smet et al. 1983), *Alcaligenes eutrophus* (Jendrosseck, 2009) y *Rhodococcus*.

El interés sobre la producción y recuperación de PHAs reside en la problemática mundial sobre la contaminación de plásticos y su contribución al daño ambiental. Los polímeros biodegradables, como el PHA, son vistos como una solución potencial. Al producir plásticos hechos de este material se pueden conservar propiedades deseadas de los plásticos convencionales y pueden ser completamente degradados sin dejar residuos contaminantes, sustituyendo así la funcionalidad de los plásticos con origen petroquímico. Siendo el polihidroxibutirato (PHB), el miembro más estudiado de la familia de los PHAs, se ha utilizado para la producción de botellas, películas de plástico y fibras para materiales usados en el empaquetamiento de productos. Las aplicaciones del PHB no están restringidas en esas áreas, ya que también se ha extendido a la producción materiales osteosintéticos, placas óseas, suturas quirúrgicas y muchos otros materiales utilizados en medicina (López et al. 2011).

A nivel industrial, López et al. (2011) menciona que los microorganismos más utilizados son *Cupriavidus necator* y *Alcaligenes latus*. Estas bacterias pueden acumular PHB hasta un 80% en peso seco. Estas bacterias son gramnegativas, y mientras que su producción es adecuada para el sector industrial, no lo es para la biomedicina. Si se quiere producir para este ramo utilizando gramnegativas se requiere de un paso extra de purificación, ya que las gramnegativas contienen lipopolisacáridos en la membrana exterior y estos pueden actuar como endotoxinas. Las bacterias grampositivas, como *Bacillus* sp., no contienen lipopolisacáridos, por lo que son una mejor fuente para aplicaciones biomédicas. Adicionalmente, cepas de *Bacillus* crecen muy rápido en una gran diversidad de sustratos baratos.

Las enzimas encargadas para la síntesis de PHA en *B. megaterium* se encuentran en el operón *phaRBC* y junto con los genes *phaQ* y *phaP*. Los genes anteriores tienen una función específica en la ruta de síntesis de PHA en *B. megaterium*. Su función se menciona en el Cuadro 1 (McCool y Cannon, 1999).

<sup>1</sup> Andrés Moreno-Morales es alumno de sexto semestre de la carrera de Ingeniería Biotecnológica en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional (UPIIG-IPN), México [amorenom1701@alumno.ipn.mx](mailto:amorenom1701@alumno.ipn.mx)

<sup>2</sup> Estefanía Odemaris Juárez-Hernández es Profesora en la Academia de Química en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional (UPIIG-IPN), México [ejuarzh@ipn.mx](mailto:ejuarzh@ipn.mx)

<sup>3</sup> Karla Lizbeth Macías-Sánchez es Profesora en la Academia de Biología en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Guanajuato del Instituto Politécnico Nacional (UPIIG-IPN), México [kmaciass@ipn.mx](mailto:kmaciass@ipn.mx) (autor corresponsal)

Cuadro 1. Descripción de la función de los genes involucrados en la síntesis de PHA en *B. megaterium*

Gen	Función
<i>phaP</i>	Ayuda a la estructura, tamaño y forma de los cuerpos de inclusión de PHA
<i>phaQ</i>	Regulador transcripcional del gen <i>phaP</i>
<i>phaR</i>	Interacción con el producto de <i>phaC</i> o catálisis de algún producto desconocido que es clave para la síntesis de PHA
<i>phaB</i>	Acil-CoA reductasa
<i>phaC</i>	PHA sintasa

Se ha aislado e identificado una cepa de *B. megaterium*, denominada MNSH1-9K-1, la cual es altamente productora de polihidroxibutirato (PHB), ya que produce alrededor de 5 veces más biopolímero que la mayoría de las cepas bacterianas reportadas hasta la fecha; aunado a esto, bajo ciertas condiciones nutricionales y de crecimiento se ha logrado aumentar la capacidad de producción de PHB. Por lo que en este trabajo se realizó la estandarización de las condiciones de amplificación de los genes *phaB* y *phaC* de *B. megaterium* empleando oligonucleótidos específicos, gradiente de temperatura y distintos tipos de Taq polimerasa para contar con las condiciones de amplificación para posteriormente lograr la sobreexpresión de ambos genes.

### Descripción del Método

#### *Crecimiento de la cepa de B. megaterium* MNSH1-9K-1

La cepa de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 fue inoculada en 10 mL de caldo nutritivo, incubada a 37°C por 24 h a 150 rpm.

#### *Diseño de oligonucleótidos*

Los oligonucleótidos fueron diseñados a partir de la secuencia nucleotídica de los genes *phaB* y *phaC* reportados para *B. megaterium* (números de acceso KF155285.1 y AB525783; respectivamente).

#### *Extracción de DNA genómico*

La extracción de DNA genómico se llevó a cabo empleando el kit cfDNA/RNA, IBI Scientific, siguiendo las instrucciones del proveedor.

#### *Reacción en cadena de la polimerasa*

Se llevó a la cabo la reacción en cadena de la polimerasa empleando la Taq polimerasa de Sigma Aldrich y la Phusion™ High-Fidelity DNA Polymerase de Thermo Fisher Scientific.

#### *Electroforesis y cuantificación de DNA genómico*

Se realizó electroforesis en gel de agarosa al 1% en buffer TAE 1x. La cuantificación del ácido nucleico se realizó en el equipo Nanodrop, Thermo Fisher.

### Resultados y discusión

La extracción de DNA genómico a partir de la cepa de *B. megaterium* MNSH1-9K-1, se realizó mediante el kit cfDNA/RNA, IBI Scientific, posteriormente se realizó la electroforesis en gel de agarosa al 1% para conocer la integridad del ácido nucleico. En la figura 1 se observa el DNA genómico obtenido a partir de la cepa de *B. megaterium*.



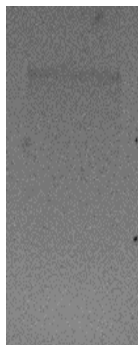


Figura 1. DNA genómico extraído a partir de *B. megaterium* MNSH1-9K-1.

En la figura 1 se puede observar una banda en la parte superior del gel correspondiente al DNA genómico de *B. megaterium*, el cual se presenta sin degradación y de buena calidad, con una concentración de 500 ng/μL.

A partir de el DNA genómico obtenido se realizó la amplificación de los genes *phaB* y *phaC* utilizando la enzima Taq polimerasa de Sigma Aldrich y la Phusion™ High-Fidelity DNA Polymerase de Thermo Fisher Scientific. Para conocer la mejor temperatura de alineamiento se utilizó un gradiente de temperatura (55-65°C). En las figuras 2 y 3, se puede observar la amplificación obtenida con los oligonucleótidos correspondientes al gen *phaB*, presentando un tamaño superior a los 700 pb, correspondiente al tamaño esperado (743 pb). De acuerdo con la intensidad de las amplificaciones, la temperatura de alineamiento ideal se encuentra entre 58.2 y 58.9°C. Esta amplificación se realizó con la enzima Phusion™ High-Fidelity DNA Polymerase y los resultados obtenidos con la enzima Taq polimerasa fueron semejantes.

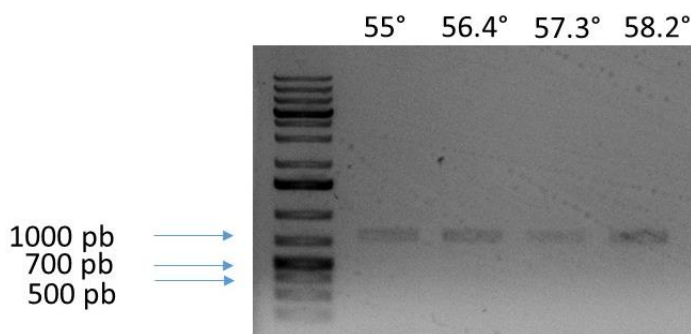


Figura 2. Amplificación del gen *phaB* a partir de DNA genómico de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 en un rango de temperatura de 55-58.2°C

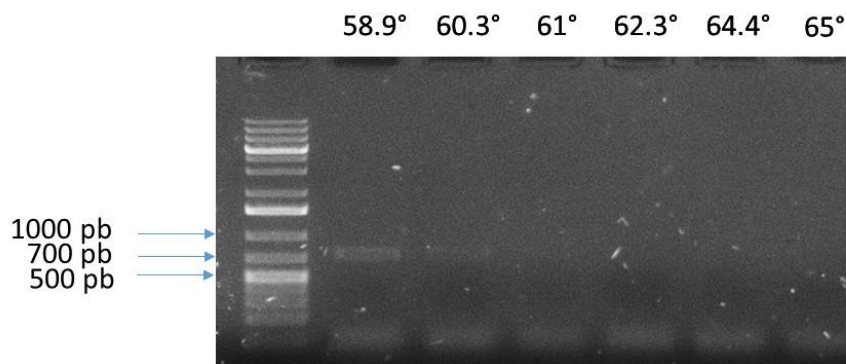


Figura 3. Amplificación del gen *phaB* a partir de DNA genómico de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 en un rango de temperatura de 58.9-65°C

Por otro lado, en la figura 4, se puede observar la amplificación del gen *phaC*, en donde a la temperatura de 55°C, se obtuvieron varias bandas, una de ellas de 700 pb, una banda ligeramente superior a 1000 pb y una banda alrededor de los 1500 pb. Siendo la banda que se encuentra ligeramente por arriba de los 1000 pb, la banda

correspondiente al gen *phaC*, ya que el tamaño esperado es de 1165 pb. A temperaturas superiores a 56°, la banda de interés comienza a disminuir en intensidad, por lo que la temperatura de alineamiento adecuada es de 55°C.

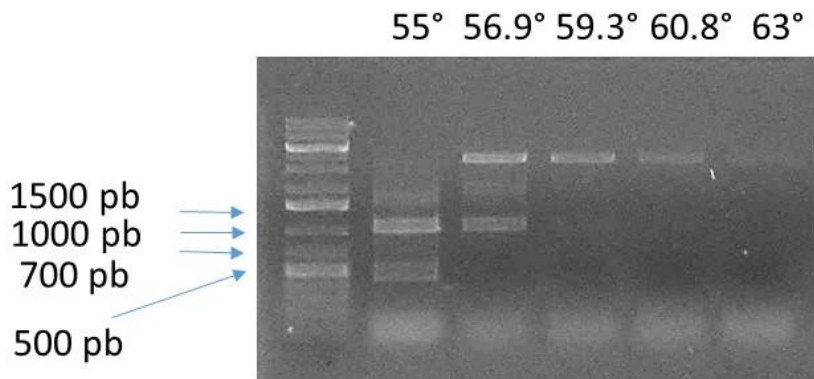


Figura 3. Amplificación del gen *phaC* a partir de DNA genómico de *B. megaterium* MNSH1-9K-1 en un rango de temperatura de 55-63°C

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se extrajo el DNA genómico de *B. megaterium* MNSH1-9K para posteriormente estandarizar las condiciones de amplificación de los genes *phaB* y *phaC* de *B. megaterium*, siendo la temperatura de alineamiento óptima para el gen *phaB* de 58.5° C y para el gen *phaC* de 55°C.

#### Conclusiones

Con los resultados obtenidos (temperatura de alineamiento de 58.5° C para el gen *phaB* y de 55° C para el gen *phaC*), se podrá realizar purificar la banda correspondiente a los genes *phaB* y *phaC* para su posterior purificación, clonación y subclonación en vector de expresión.

#### Recomendaciones

Algunas sugerencias del presente estudio, sería la secuenciación de las bandas obtenidas, esto para conocer su secuencia nucleotídica y asegurar la identidad de los genes *phaB* y *phaC*.

### Referencias

- Cardona, A.C., A.L. Mora Martínez y M. Montoya. "Identificación molecular de bacterias productoras de polihidroxicanoatos en subproductos de lácteos y caña de azúcar," *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, Vol. 66, No. 2, 2013.
- deSmet, M.J., G. Eggink, B. Witholt, J. Kingma y H. Wynberg. "Characterization of intracellular inclusions formed by *Pseudomonas oleovorans* during growth on octane," *J. Bacteriol*, Vol 154, 1983.
- Dunlop, W. y A.W. Robards. "Ultrastructural study of poly-b-hydroxybutyrate granules from *Bacillus cereus*," *J. Bacteriol*. Vol. 114, 1973.
- Griebel, R., Z. Smith y M. Merrick. "Metabolism of poly-b-hydroxybutyrate. 1. Purification, composition, and properties of native poly-b-hydroxybutyrate granules from *Bacillus megaterium*," *Biochemistry*, Vol. 7, 1968.
- Jendrossek, D. "Polyhydroxyalkanoate granules are complex subcellular organelles (carbonosomes)," *Journal of Bacteriology*, Vol. 191, No. 10, 2009.
- López, J.A., J.M. Naranjo, J.M., Higuaita, J.C., M.A. Cubitto, C.A. Cardona y M.A. Villar. "Biosynthesis of PHB from a new isolated *Bacillus megaterium* strain: Outlook on future developments with endospore forming bacteria," *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, Vol. 17, No. 2, 2012.
- McCool, G.J. y M.C. Cannon. "Polyhydroxyalkanoate inclusion body-associated proteins and coding region in *Bacillus megaterium*," *Journal of Bacteriology*, Vol 181, No. 2, 1999.

# Diseño Mecánico de un Robot de Inspección con Adaptabilidad en Exterior de Tuberías Ferromagnéticas

Ing. Daniel Moreno Orduña<sup>1</sup>, Dr. Julio César Solano Vargas<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Del Llano Vizcaya<sup>3</sup>

**Resumen**— En el transporte de hidrocarburos por medio de tuberías se puede sufrir desgaste, debido a ello deben recibir inspección rutinaria asegurando integridad estructural, evitando accidentes que puedan ser peligrosos al presentarse decremento de grosor en pared, corrosión, picaduras o fracturas en la tubería. Por esta razón, en este artículo se propone el diseño mecánico de un robot móvil para la inspección de tuberías ferromagnéticas de diámetros mayores a 8 in. La inspección se lleva a cabo por medio de un sensor ultrasónico, y la aportación objetivo principal del robot es la implementación de ruedas magnéticas para adherirse, junto con un mecanismo articulado que le permite al robot adaptarse a distintos diámetros y sujetarse de manera segura; dicho mecanismo aporta una mejora de estabilidad reflejándose en la adquisición de datos. Se presenta el planteamiento de la cinemática, así como los análisis de la resistencia de la estructura del robot.

**Palabras clave**—Robot móvil, inspección de tuberías, ruedas magnéticas.

## Introducción

La distribución por tuberías es uno de los medios principales para el transporte de hidrocarburos debido a que es un método menos costoso en comparación con otras formas de distribución, y las condiciones de trabajo de estas se caracterizan principalmente por la alta temperatura y alta presión, lo que puede originar adelgazamiento de pared, corrosión, picaduras o fracturas. Es por esto que es de gran importancia la vigilancia constante del estado de las estructuras y espesores de pared de dichas tuberías. Por esta razón, los robots llevan varios años siendo empleados como una herramienta alternativa para llevar a cabo actividades de inspección, ya que es posible emplearlos en tareas que pueden ser complicadas o que presentan un riesgo considerable para el personal que se encarga de llevar a cabo dichas tareas, y que tienen como función monitorear el estado de las paredes de la tubería durante la inspección, así mismo poder inspeccionar lugares de poca accesibilidad. El objetivo es realizar un mantenimiento preventivo con el cual se pueda detectar de forma temprana posibles fisuras, fugas o alguna irregularidad existente en las paredes de las tuberías y poder prevenir accidentes.

Existen 2 maneras para llevar a cabo estas inspecciones que son por el interior o por el exterior, en este caso, este documento se enfoca en las inspecciones realizadas por fuera de la tubería. Este tipo de inspección tiene algunas ventajas con respecto a las que se realizan por dentro del tubo, como el hecho de que no es necesario suspender la producción para llevar a cabo las actividades de inspección, además de no requerir de entradas o trampas especiales para meter o sacar el robot del interior de la tubería.

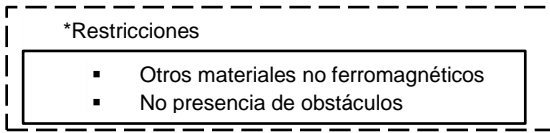
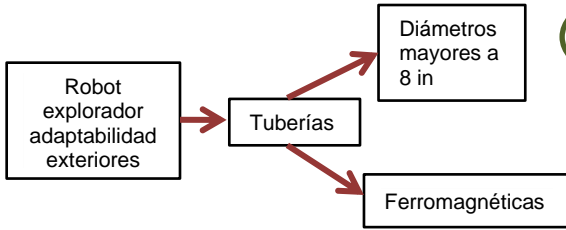
Se han desarrollado distintos tipos de robots para inspección de tuberías, con diferentes métodos de sujeción y de desplazamiento. En este artículo se presenta el diseño y modelo propuesto de un robot móvil para inspección de tuberías ferromagnéticas, así como la simulación de una estructura de aluminio para la cual se analiza: esfuerzo, desplazamiento y factor de seguridad, en donde los resultados obtenidos indican que dicha estructura es adecuada para los objetivos previstos. El robot móvil está diseñado para desplazarse de forma horizontal por las superficies de tuberías ferromagnéticas, adherido a ellas gracias al conjunto de cuatro ruedas magnéticas con tracción diferencial. Se desarrolla un modelo teórico cinemático en el que para el estudio se considera un plano 2D y un modelo CAD 3D el cual es analizado y simulado por software cinemático. Posteriormente es evaluada su integridad estructural.

Un robot con las características propuestas en este artículo brinda la automatización requerida para asegurar que la tarea se puede llevar a cabo de una manera confiable, adicionando grandes beneficios como la reducción de riesgos para el personal al momento de efectuar la inspección, por ejemplo: en alturas por encima del alcance del cuerpo humano o áreas de difícil acceso, además de tiempos de inspección menores, decrementando el transporte de accesorios periféricos para el montaje de la infraestructura de ayuda para generar una inspección.

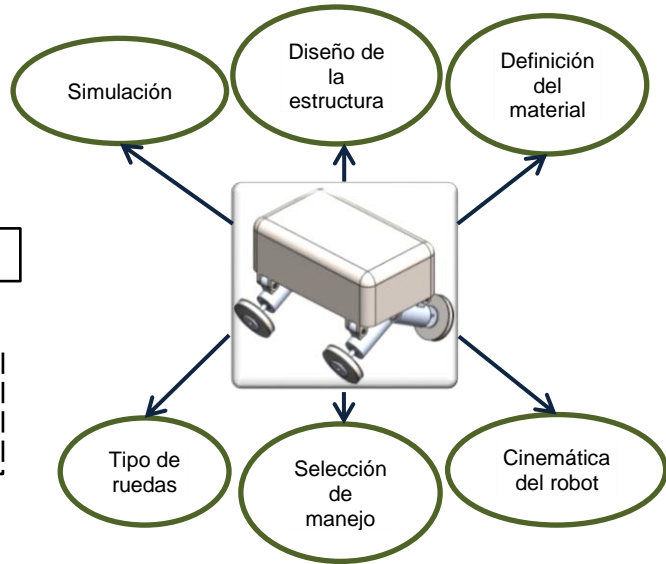
<sup>1</sup> El Ing. Daniel Moreno Orduña es alumno del posgrado de Maestría en Diseño y Desarrollo de Sistemas Mecánicos en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Queretaro, Qro. [dmoreno@posgrado.cidesi.edu.mx](mailto:dmoreno@posgrado.cidesi.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Julio César Solano Vargas es profesor investigador en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Queretaro, Qro. [jsolano@cidesi.edu.mx](mailto:jsolano@cidesi.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Luis Del Llano Vizcaya es profesor investigador en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Queretaro, Qro. [lvizcaya@cidesi.edu.mx](mailto:lvizcaya@cidesi.edu.mx)



**Ilustración 1** Criterios de aplicación del robot

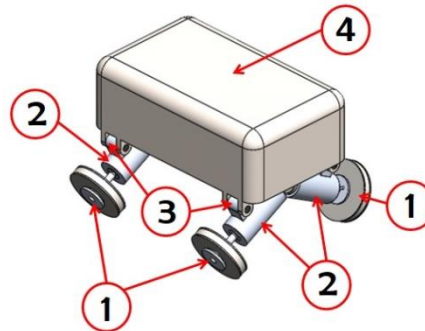


**Ilustración 2** Criterios de diseño del robot explorador

### Descripción del Método

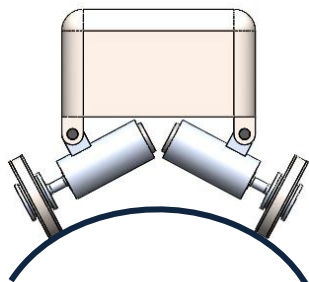
El diseño del robot se constituye de un mecanismo articulado con sujeción magnética y suspensión de cuatro ruedas (ferromagnéticas); cada una es accionada por un motor, así como, de un receptáculo rectangular para alojamiento de la electrónica de control, con un peso total aproximado de 10.5 kg

1. Ruedas magnéticas.
2. Motores DC.
3. Articulación para adaptabilidad.
4. Estructura.

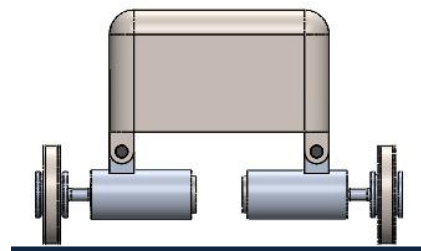


**Ilustración 3** Estructura del robot explorador

Tanto las ruedas como los motores se encuentran sujetos, por medio de un soporte clevis, a articulaciones que le permiten al robot, adaptabilidad a diferentes diámetros de tuberías, incluyendo efectuar desplazamiento y adaptación en ambientes ferromagnéticos completamente planos. (Ver ilustraciones 4 y 5). Para posicionar el robot sobre alguna superficie basta con hacer el ajuste del ángulo al que se requiere trabajar posicionando manualmente las llantas y fijándolas con un sistema de bloqueo.



**Ilustración 4** Robot posicionado sobre tubería

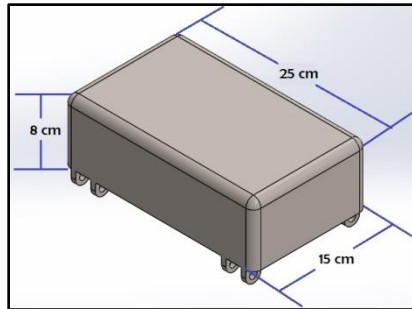


**Ilustración 5** Robot posicionado en terreno plano

### *Diseño de la estructura*

La estructura está diseñada con geometría resistente y con espacio suficiente para proteger y almacenar la electrónica del robot, incluyendo el sensor ultrasónico para la medición de espesores; dicha estructura tiene una forma simétrica ya que esto le ayuda al robot a tener una mejor estabilidad y equilibrio. En la parte inferior tiene las bases las cuales son para montar el soporte que contiene al motor. Dichas bases junto con los soportes son los que permiten la posición angular de las ruedas y por consiguiente le permite al robot trabajar sobre distintos diámetros.

Las dimensiones de la estructura son 25 cm de largo x 15 cm de ancho x 8 cm de alto, y considerando las ruedas, las dimensiones máximas del robot alcanzan los 27.90 cm de largo, 24.22 cm de ancho y 18.2 cm de altura.



**Ilustración 6 Dimensiones de la estructura del robot**

### *Tipo de ruedas*

Dependiendo de la aplicación del robot es que se determina el número y tipo de ruedas para el desplazamiento del mismo.

Para este caso, la configuración son cuatro ruedas brindando mayor estabilidad y equilibrio en comparación con 3 o menos ruedas, y a diferencia de 5 o más ruedas, con 4 se reduce el peso y complejidad de control, directamente proporcional a costos.

Las ruedas son magnéticas y generan una fuerza de atracción de 25 kgf aproximadamente, la cual es lo suficientemente capaz para mantener al robot adherido a la superficie ferromagnética y calculado el torque para ser operado por los motores y desplazar al robot. Su tamaño también es adecuado ya que con 1.4 cm de grosor posee una superficie con área de contacto, los 8.10 cm de diámetro de dan la capacidad de pasar por encima de los cordones de soldadura, y éstas dimensiones nos dan como resultado una rueda con 470 g de masa con lo que no se aporta peso excesivo al robot, ideal para el consumo de energía.

### *Selección de manejo de la dirección*

Dependiendo del número y configuración de las ruedas y de la aplicación del robot, se define el tipo de dirección adecuado para maniobrar al mismo. Se toma en consideración cuántas y cuáles ruedas son motrices, directrices, libre giro y fijas.

Para la configuración de 4 ruedas existen principalmente 2 métodos: mecanismo de Ackerman y deslizante o diferencial. Dadas las características de ambos, y tomando en cuenta el diseño del robot, la mejor opción es la locomoción diferencial ya que, a diferencia del mecanismo de Ackerman, no requiere de un mecanismo extra (piñón-cremallera) para llevarse a cabo el giro, además de que el método deslizante proporciona una mejor maniobrabilidad con giros de radio cero y que es eficiente para cuando se requiere un movimiento sobre una tubería espacio reducido (diámetro pequeño) [1].

Este método consta de la modificación de la velocidad relativa de las ruedas de un lateral con respecto al otro o con velocidades en direcciones opuestas, dependiendo de la amplitud que se busque en el giro. De acuerdo a la trayectoria de tubería se ajusta el diferencial de giro entre ruedas motrices.

### *Definición del material*

El material con el que se fabrica el robot implica una interacción importante puesto que influye en aspectos relevantes como la resistencia de la estructura y el peso del robot. Este debe elegirse basados en criterios como las necesidades y aplicaciones del robot, así como los costos.

Generalmente, para la fabricación de robots se usan materiales como plásticos o metales como el acero o el aluminio. Particularmente para este robot, no se puede considerar ningún tipo de plásticos ya que no presentan las características necesarias para cubrir las necesidades de integridad estructural, debido a la aplicación del robot y los espacios en los que se desempeñará. Respecto a los metales, en cuestiones de precio y resistencia indican que el acero es una mejor opción, pero al considerar el magnetismo en las ruedas del robot y su cambio de posición, no es conveniente utilizar un material ferromagnético como el acero en la estructura o cuerpo de almacenamiento de tarjetas para no tener interacción de fuerzas magnéticas entre ruedas y estructura. También se busca una estructura



ligera y resistente para facilitar el desplazamiento del robot, por lo que el aluminio es el material adecuado para la fabricación del robot [2,3].

### Simulación

Se llevó a cabo una simulación del comportamiento y desempeño del robot al desplazarse sobre una tubería de 8 in de diámetro. Para ello se empleó el software SolidWorks Motion como herramienta CAD y CAE para el desarrollo y ensamble de todos los componentes, estableciendo parámetros de entrada como la fuerza de gravedad que le afecta al robot, el contacto entre las piezas que lo requerían, así como definir la posición y el sentido de giro los motores a una velocidad de 15 rpm para el desplazamiento del robot. El deslizamiento de contacto entre las superficies rueda-tubería para la fricción estática y cinemática se configuró con un mínimo de 0.9 a 1, simulándose la fuerza de atracción magnética de las ruedas.

### Torques.

A partir de esta simulación, se calcularon los torques necesarios para mover al robot, priorizando el momento en el que se encuentra con un cordón de soldadura, puesto que en ese momento la demanda tanto de fuerza como de energía se magnifica a su valor más alto. Los resultados se muestran en las ilustraciones 7 y 8, en las cuales se puede apreciar que se requiere de un valor de 3.8 N\*m para que el robot pueda sobrepasar un cordón de soldadura de 2 cm de altura.

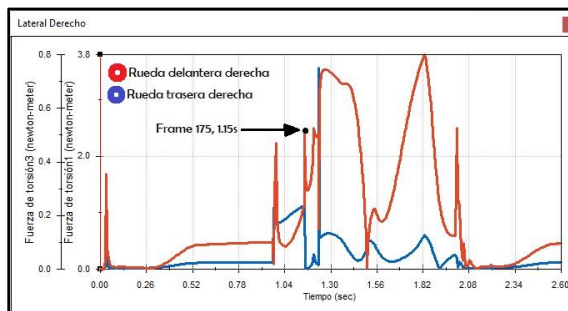


Ilustración 7 Torques lateral derecho

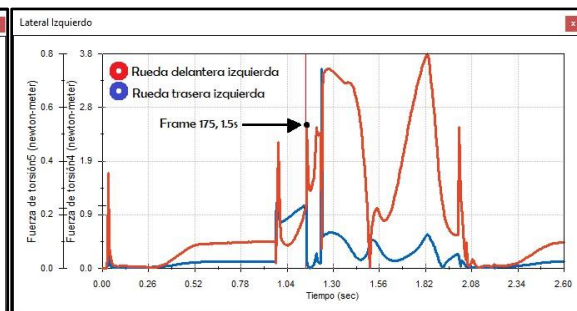


Ilustración 8 Torques lateral izquierdo

### Análisis de esfuerzos y resistencia de materiales.

De manera similar, una vez obtenidas las cargas remotas de la simulación dinámica, se procedió con el análisis de esfuerzos y resistencia de la estructura en el frame 175, correspondiente al tiempo de la simulación 1.5 s, en donde se calcularon las tensiones y deformaciones, y para ello se seleccionó el momento en el que el robot impacta con el cordón de soldadura para importar las cargas dinámicas generadas en dicho instante y evaluarlas en un análisis estático. El resultado de esfuerzos se localizó en los soportes que sostienen las bases de los motores. El parámetro de entrada de malla fue evaluado como malla sólida fina basada en curvatura de 1 mm sobre soporte clevis y 5 mm al resto de la estructura debido a la geometría, obteniéndose resultados como se puede apreciar en la ilustración 10

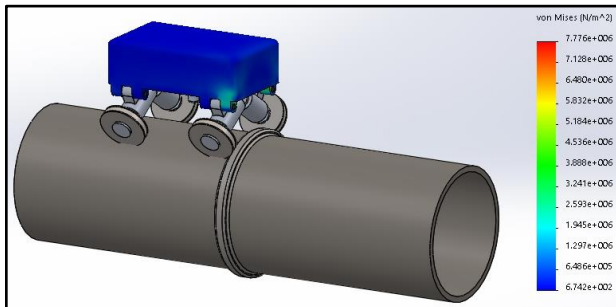


Ilustración 9 Simulación dinámica

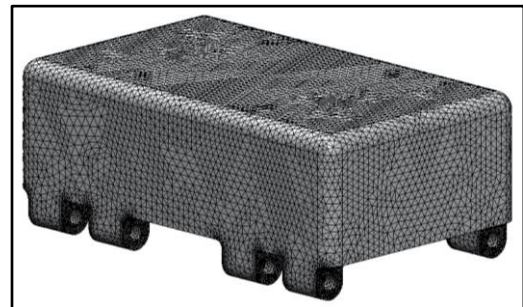
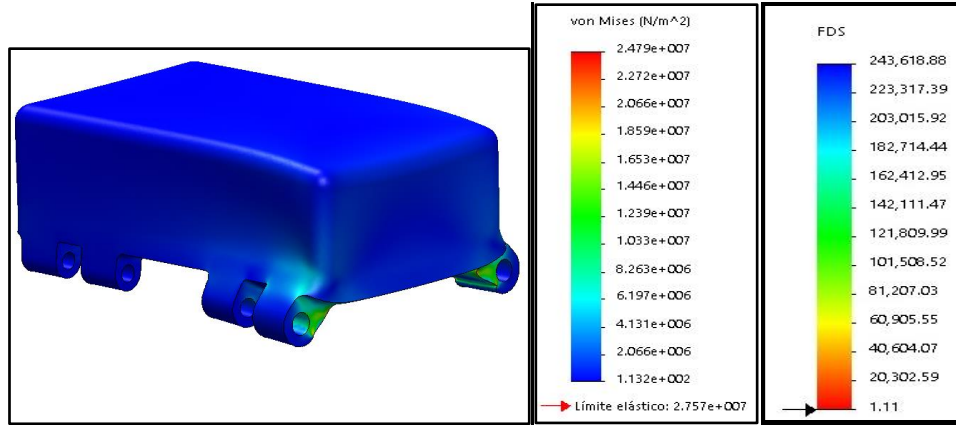


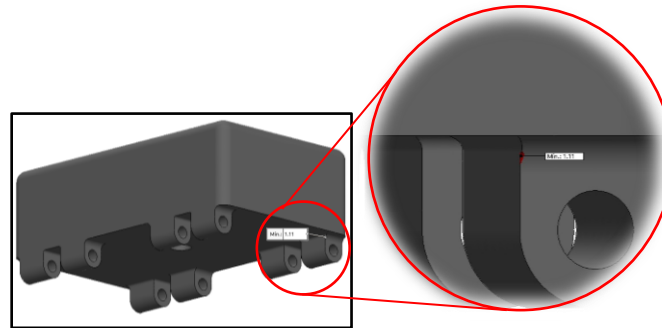
Ilustración 10 Mallado del cuerpo del robot





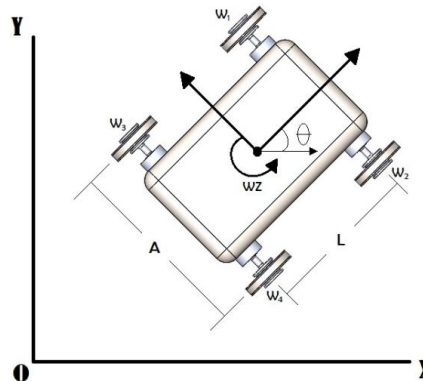
**Ilustración 11. Resultados de esfuerzo de tensiones y factor de seguridad**

Estos mismos estudios permitieron obtener también el factor de seguridad con un valor de 1.1 el cual se encuentra presente sobre la esquina de un soporte clevis, siendo un área insignificante que no afecta la integridad de la estructura, como se muestra en la ilustración 12.



**Ilustración 12. FDS**

*Modelado cinemático del robot:*



**Ilustración 13. Esquema de la cinemática del robot**

El diseño del robot tiene una forma simétrica, por lo que la ubicación del centro de masa se obtuvo en el centro geométrico (suponiendo una distribución uniforme de las tarjetas electrónica). Además, por su acción independiente se trabaja una misma velocidad para ambas ruedas en cada lado para trayectorias rectas.

Considerando un desplazamiento únicamente en 2D, establecemos que nuestro plano de referencia es  $(X, Y)$  para definir la posición del robot, y un plano local  $(x, y)$  para la orientación del mismo. Si el robot se desplaza a una velocidad lineal, entonces esto se expresa como  $v = (v_x, v_y, 0)^T$ , mientras que para la velocidad angular tenemos la expresión  $\omega = (0, 0, \omega_z)^T$ .

Para describir la coordenada del vector de la posición del robot y la orientación con respecto al plano de referencia, la expresión es  $p = (X, Y, \theta)^T$ , por lo tanto al derivar dichas coordenadas obtenemos tanto la velocidad lineal como la velocidad angular del robot, que es igual a  $\dot{p} = (\dot{X}, \dot{Y}, \dot{\theta})^T$ , de lo cual obtenemos lo siguiente:

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

Si las velocidades son iguales en cada lateral, entonces la velocidad angular de las dos ruedas del lado izquierdo (delantera y trasera) es la misma entre sí, y lo mismo para ambas ruedas del lado derecho, por lo tanto podemos definir que:

$$\omega_d = \omega_1 = \omega_3 \quad (2)$$

$$\omega_i = \omega_2 = \omega_4 \quad (3)$$

Así, podemos expresar la cinemática directa en nuestro plano como:

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ \omega_z \end{bmatrix} = f \begin{bmatrix} \omega_d r \\ \omega_i r \end{bmatrix} \quad (4)$$

[4,5]

### Conclusiones

Las características propuestas que diferencian este modelo con respecto a otros existentes, aportan algunas ventajas como:

- A diferencia de la locomoción con articulaciones o pinzas, las ruedas eliminan la complejidad necesaria para manipular al robot, lo que facilita el control, sintetiza los mecanismos y estabiliza la distancia entre sensor y componente.
- Con las ruedas se puede alcanzar una mayor velocidad de desplazamiento que con las articulaciones o pinzas.
- Su adaptabilidad le permite ser usado sobre tuberías de distintos diámetros.

Los resultados de los análisis de esfuerzos muestran que la geometría de la estructura en conjunto con el material seleccionado, generan una resistencia física adecuada para soportar los esfuerzos a los que se ve sometida. Así mismo, las simulaciones indican un desempeño óptimo del mecanismo al momento de desplazarse sobre alguna superficie.

Se puede controlar la altura del sensor sobre la superficie a inspeccionar debido a la adaptabilidad ferromagnética.

De éste análisis se obtiene una optimización en número de componentes mínimo equivalente a 4 ruedas y reducción de costos, sin decremento de integridad estructural.

### Trabajos futuros

Con las simulaciones del mecanismo y los resultados de la resistencia de la estructura, se da pie a elaborar un prototipo con las dimensiones y geometría del modelo propuesto para comenzar a realizar pruebas en campo y corroborar si los resultados teóricos coinciden con los prácticos. También, habiendo obtenido el cálculo de torques se conocen las características que deben de tener los motores que se usarán tanto en el/los prototipos como en el robot final para que el desempeño del robot el esperado.

### Referencias

- [1] Sistemas de locomoción de robots móviles [Online accessed 8 Oct 2021]. Available: [http://www.esi2.us.es/~vivas/ayr2iaei/LOC\\_MOV.pdf](http://www.esi2.us.es/~vivas/ayr2iaei/LOC_MOV.pdf)
- [2] K. L. Edwards, "Materials & Design Selecting materials for optimum use in engineering components", vol. 26, pp. 469–473, 2005, 10.1016/j.matdes.2004.07.004.
- [3] Material selection chart [Online accessed 5 Oct 2021]. Available: [http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive\\_charts/strength-cost/NS6Chart.html](http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive_charts/strength-cost/NS6Chart.html).
- [4] Razak, A.A. & Abdullah, Abu Hassan & Kamarudin, Kamarulzaman & Ahmad Saad, Fathinul & Abdul Shukor, Shazmin & Mustafa, H. & Abu Bakar, Muhammad Aizat. "Mobile robot structure design, modeling and simulation for confined space application". 1-5., 2016, 10.1109/ROMA.2016.7847808.
- [5] Wang, Tianmiao & Wu, Yao & Han, Chenhao & Chen, Jiao & Zhao, Qiteng. "Analysis and Experimental Kinematics of a Skid-Steering Wheeled Robot Based on a Laser Scanner Sensor". 15. 9681-9702. 2015 10.3390/s150509681.

# Reestructura de Procesos Operativos en el Área de Almacén de un Centro de Distribución de Medicamentos y Equipo de Curación

C. Mauricio Muciño López<sup>1</sup>, Ing. Nadia Vásquez Arriaga<sup>2</sup>,  
Dra. en A. América Ávila Hernández<sup>3</sup>, M. en A. Martha Patricia Pérez Domínguez<sup>4</sup> y  
M en T. E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara<sup>5</sup>

**Resumen**— El proyecto se realizó en un centro de distribución de medicamentos y material de curación que trabaja para el sector público y privado, este proyecto surge por la necesidad de mejorar la calidad de entrega y optimizar los tiempos de respuesta de las áreas de almacén, recibo y surtido. El proyecto consiste en realizar una reestructuración de los procesos operativos en las áreas de almacén, recibo y surtido ya que no existe la divulgación de ellos y los colaboradores no tienen la facilidad de acceder a los mismos. El plan comienza por identificar la situación actual de la empresa, analizar las problemáticas y por familiarizarse con cada uno de los procesos operativos en los que se trabajará. Posteriormente se realizan propuestas del cómo se llevará a cabo la reestructuración de los procesos, se elegirá la mejor opción y se implementará. Se realizarán revisiones y modificaciones de los procesos operativos actuales de las áreas ya mencionadas con el fin de hacer más eficiente el trabajo del colaborador y llegar a la estandarización de estos procesos. Una vez que los procesos operativos estén actualizados y revisados se procederá a capacitar a los colaboradores para la divulgación de éstos. Se hará un reacomodo de almacén que va desde el análisis de inventario, en el cual se comparará el producto que se tiene registrado en el sistema contra el que se encuentra en físico, hasta el movimiento del producto en ubicaciones que se definirán mediante un análisis ABC, finalmente se realiza la implementación de mejora continua.

**Palabras clave**—Reestructura, Análisis ABC, Diagrama Causa Efecto, Análisis FODA.

## Introducción

El proyecto consiste en hacer reingeniería/reestructuración de los procesos operativos de las áreas de almacén, recibo y surtido del centro de distribución, ya que tiene diversas problemáticas en las áreas ya mencionadas, los problemas surgen desde que los procesos operativos no están divulgados y los colaboradores no tienen acceso a ellos, además de no estar actualizados, hasta la incompleta entrega de producto, o bien, la entrega fuera de tiempo.

La empresa está en un punto crítico ya que se realizó un análisis de estado actual del almacén y los resultados arrojaron que tiene una confiabilidad del 70%, lo cual es un número extremadamente bajo porque indica que los insumos están colocados en lugares (ubicaciones en el almacén) diferentes a los que arroja el sistema o las cantidades del insumo son incorrectas, lo anterior provoca que se tengan consecuencias graves como el retraso en el área de recibo o el erróneo surtido de medicamentos y material de curación, por lo ya mencionado se podría decir que el origen de los problemas es el trabajo realizado en el área de almacén, sin embargo, la empresa decidió efectuar un plan de acción en las áreas de almacén, recibo y surtido para estandarizar y mejorar los procesos

<sup>1</sup> C. Mauricio Muciño López es egresado de la carrera de Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca.

<sup>2</sup> Ing. Nadia Vásquez Arriaga es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca. Es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial y Coordinadora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [nvasqueza@toluca.tecnm.mx](mailto:nvasqueza@toluca.tecnm.mx)

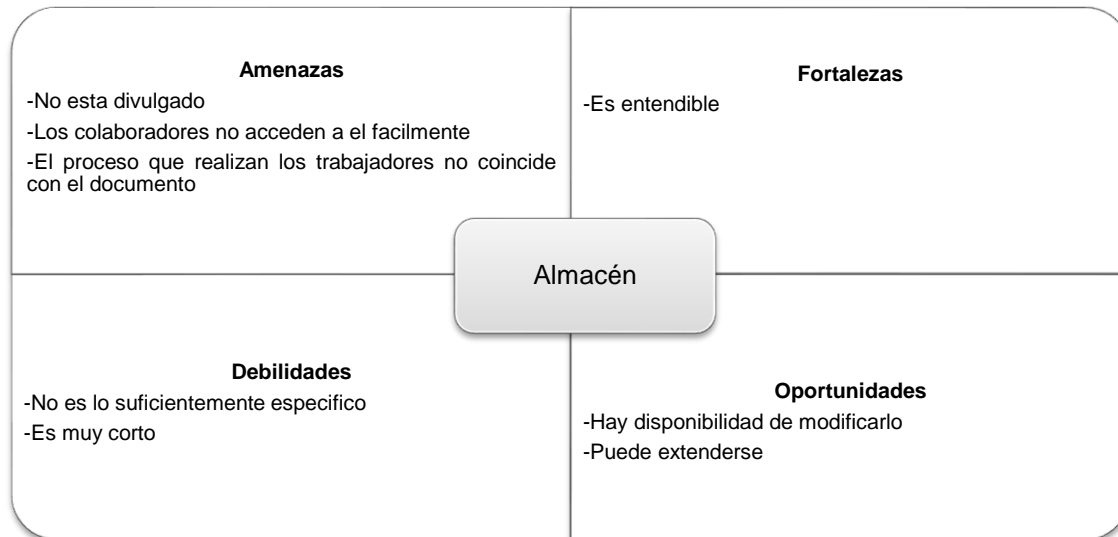
<sup>3</sup> Dra. en A. América Ávila Hernández es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Ingeniería Industrial en Sistemas de Manufactura por la Universidad Iberoamericana y Doctora en Administración por ISIMA. Es profesora de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [aavilah@toluca.tecnm.mx](mailto:aavilah@toluca.tecnm.mx)

<sup>4</sup> M. en A. Martha Patricia Pérez Domínguez es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Administración por el Instituto de Estudios Superiores ISIMA. Es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial y Coordinadora de la carrera de Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [mperezd@toluca.tecnm.mx](mailto:mperezd@toluca.tecnm.mx)

<sup>5</sup> M en T. E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara es Maestra en Tecnología Educativa, se desempeña como Jefe de Proyectos de Docencia del Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Toluca, es Docente de medio tiempo en el Instituto Tecnológico de Toluca, en el departamento de Ingeniería Industrial, y Profesor de asignatura en la Universidad Autónoma del Estado de México, en Toluca, Estado de México. [csantiestebana@toluca.tecnm.edu.mx](mailto:csantiestebana@toluca.tecnm.edu.mx)

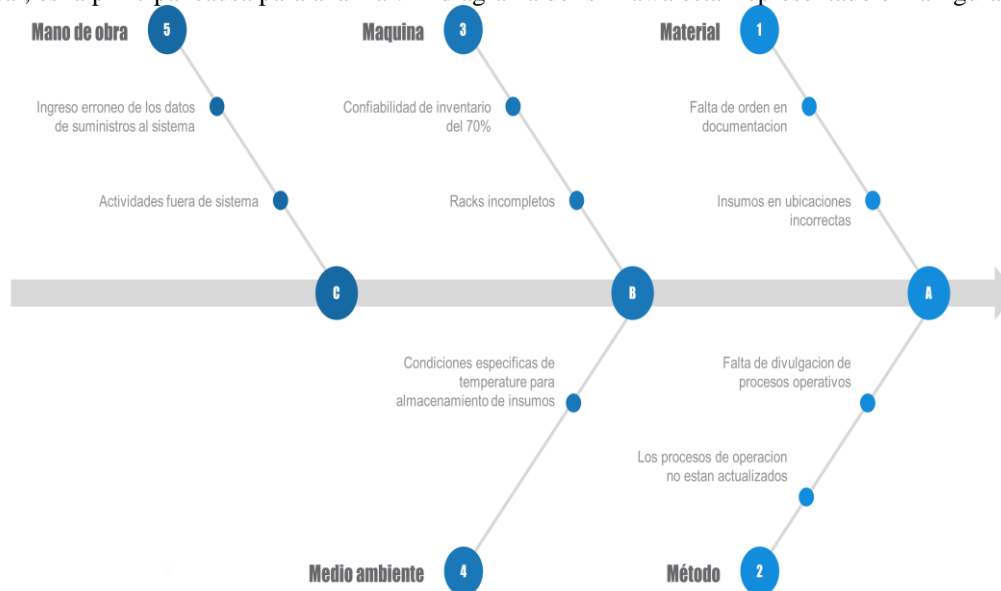
realizados en estas zonas, con la intención de disminuir los costos generados por las problemáticas que existen, reduciendo los tiempos de respuesta de cada área y aumentar la asertividad de entrega al cliente.

El proyecto contempla la planeación de reingeniería, ejecución de tareas y evaluación de resultados. Como primer paso hay que conocer los procesos, entender la situación actual, también llamada “estado del arte”. Para el análisis de los procesos operativos actuales de las áreas de almacén, recibo y surtido se realizó un análisis FODA de cada uno de ellos, sin embargo, al analizar los tres procesos se llegó a la conclusión que sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas son las mismas como se muestra en la figura 2.1.



**Figura 2.1. Análisis FODA actual**

Al analizar los procesos operativos actuales se llega a la conclusión de que es necesaria una actualización con el objetivo de ser más específicos en el proceso siempre y cuando no se pierda el entendimiento del proceso, una vez actualizados los procesos se buscara la divulgación de ellos con la intención de que el 100% de los trabajadores conozcan y tengan acceso a estos procesos. El análisis de situación actual se determinará mediante un diagrama de Ishikawa en donde se podrán visualizar las causas de las problemáticas por las que está pasando la empresa y así, identificar cual, es la principal causa para analizar. El diagrama de Ishikawa estar representado en la figura 2.2.



**Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa**

Como resultado de estas causas nos arrojan que los procesos no están estandarizados y que a causa de que los procesos no los conocen ampliamente los colaboradores, hay actividades fuera de sistema y afecta en los tiempos de respuesta de las 3 áreas trabajadas. Se realizaron 2 propuestas de reestructuración de procesos operativos, las dos

contemplan las mismas actividades, pero se llevarían a cabo de diferente manera como se muestran en las tablas 2.3. y 2.4.

**Tabla 2.3. Propuesta 1**  
**PROPUESTA 1**

<i>Actividad/Proceso</i>	<b>Almacén</b>	<b>Recibo</b>	<b>Surtido</b>
<i>Observación del proceso</i>	1	1	1
<i>Modificación del proceso</i>	2	2	2
<i>Revisión del proceso</i>	3	3	3

En la propuesta anterior se muestran las tres fases de reestructuración de los procesos operativos y los tres procesos operativos a trabajar, los números representan las actividades que se llevaran a cabo simultáneamente, en esta propuesta se explica que primero se hará la observación de los tres procesos, posteriormente se modificaran y al final se revisaran los tres al mismo tiempo.

**Tabla 2.4. Propuesta 2**  
**PROPUESTA 2**

<i>Actividad/Proceso</i>	<b>Almacén</b>	<b>Recibo</b>	<b>Surtido</b>
<i>Observación del proceso</i>	1	2	3
<i>Modificación del proceso</i>	1	2	3
<i>Revisión del proceso</i>	1	2	3

A diferencia de la propuesta 1, en esta se realiza la observación, modificación y revisión del proceso de almacén, después del proceso de recibo y al final el de surtido. Se realizó una junta en donde se debatieron los beneficios de cada propuesta y se plasmaron en la tabla 2.5.

**Tabla 2.5. Beneficios de propuestas**  
**Beneficios**

<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2</b>
<b>Hay correcciones inmediatas de cada fase</b>	<b>Se conoce a fondo cada proceso</b>
<b>Se termina la actualización de los tres procesos operativos al mismo tiempo</b>	<b>Se unen correctamente los procesos</b>
<b>Se comparan los tres procesos</b>	<b>Se centra toda la atención en un solo proceso</b>
<b>Se adaptan los tres procesos</b>	
<b>Es menor el tiempo</b>	

Después de un largo debate y teniendo definidas los principales beneficios, se decidió que se trabajara con la forma de la propuesta 1. Una vez que se ha realizado el análisis de cada uno de los procesos de operación y la situación actual general, se ha decidido cómo se trabajará, se realizará la reestructuración de los procesos operativos.

Observación de los procesos: Durante esta actividad se tuvo que convivir con los colaboradores que participan en cada uno de los procesos e involucrarse en cada uno de ellos en las 3 áreas de operación, se tuvo que observar a cada uno de los colaboradores para poder actualizar de manera correcta el proceso operativo. Modificación de los procesos: Se realizó un nuevo formato en donde se plasmaron las actualizaciones de los procesos operativos, y el resultado se muestra en la parte en Anexos con un ejemplo del proceso normalizado de surtido actualizado. Una vez teniendo los procesos actualizados, se realizaron infografías y presentaciones para capacitar a los colaboradores de cada una de las áreas sobre los cambios que se implementaron en los procesos que están involucrados, se realizaron capacitaciones como se muestra en la figura 2.3 y figura 2.4., para actualizar a los colaboradores y resolver las dudas sobre cambios en los procesos.



**Figura 2.3. Capacitación a colaboradores**



**Figura 2.4. Entrega de reconocimientos**

Control y seguimiento de restructura de procesos: Al cumplir con la capacitación, se superviso que todos los colaboradores cumplieran con los cambios en los procesos. Los resultados arrojaron que el 100% de los colaboradores de las áreas de almacén, recibo y surtido conocen ampliamente su proceso de trabajo y lo ejecutan de manera correcta, el tiempo de respuesta de estas tres áreas se redujo a la mitad. La reestructuración de estos tres procesos operativos tuvo un impacto positivo ya que el trabajo de los colaboradores es más eficiente. Se cumplió uno de los objetivos esperados que era la reducción de tiempo de respuesta de estas tres áreas. El objetivo más importante que se cumplió fue que los colaboradores conocieran los procesos operativos (actualizados) de sus respectivas áreas.

#### **Descripción del Método**

La metodología que se utilizó para el éxito de este proyecto fue una combinación de varias, debido a los problemas que se tuvieron, fue necesario un análisis ABC de los materiales; Análisis FODA, Diagrama de Ishikawa, para encontrar las causas raíz y poder proponer alternativas de solución. Una vez que se aceptó una propuesta se procedió al reacomodo del almacén con un lay out, donde se asignaron y ordenaron nuevas ubicaciones con la estrategia de ahorrar tiempos y movimientos, se realizó el acomodo conforme al criterio ABC con ayuda de los montacarguistas. Una vez terminado el reacomodo del almacén y actualizados los procesos de operación se decidió buscar una metodología de ingeniería que se pudiera aplicar a estas tres áreas buscando una mejora constante dentro de ellas con un plan de mejora continua. Y para finalizar la implementación de la metodología “5S’s” en las áreas trabajadas (recibo, almacén y surtido), la cual se dividió de la siguiente manera: Selección: En la parte de selección se hizo una inspección junto con los colaboradores de cada área de todo lo que hay en su lugar de trabajo y se desechó todo lo que ya no ocupan, o bien, todo lo inservible. También se separaron todos los artefactos que podrían ser reutilizados y al final se repararon algunos instrumentos de trabajo. Orden: Una vez teniendo todo lo que realmente ocupa el colaborador en su área de trabajo, se le pidió que lo ordenara de manera que se le facilite realizar sus actividades de manera más eficaz. Limpieza: Al mismo tiempo de que el colaborador realizó un orden en su lugar de trabajo se ejecutó una limpieza profunda y se le otorgaron instrumentos como escoba, botes de basura, bolsas para basura, etc. Para que la limpieza sea constante, se implementó un seguimiento de limpieza como se muestra en el ejemplo de la figura siguiente que consiste en un documento en el que un encargado debe de evaluar la limpieza de todas las áreas.



## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Efectividad de inventario del 96%. El 100% de los colaboradores conocen a detalle su proceso de trabajo. Se redujo un 50% el tiempo de respuesta de cada área trabajada. Las verificaciones que se hicieron al principio no aportaron valor al proyecto ya que a la hora de hacer el reacomodo del almacén se hizo el conteo general y realmente fue un retrabajo. La reestructuración de los procesos mejoró exponencialmente el tiempo de respuesta de cada una de las áreas y al mismo tiempo redujo tiempos y movimientos por parte de los colaboradores. Al realizar el reacomodo del almacén y conocer lo que realmente se tenía en físico, se registró todo en el sistema y se pudo aumentar la efectividad de inventario.

### *Conclusiones*

El origen de todos los problemas era la falta de planeación y la falta de divulgación de los procesos ya que sin ellos no se podría mejorar ningún aspecto de la empresa, los colaboradores sabían que hacer, pero no como lo debían de hacer y eso generaba bastantes problemáticas.

### *Recomendaciones*

En general, la recomendación es que se mantenga el seguimiento de los procesos y que permanezca la mejora continua de los mismos, ya que hay mucha área de oportunidad para seguir mejorando.

## Referencias

- Chavéz, B. M., Najarro, J. B., & Rivas, D. O. (05 de 2009). Análisis, Diseño e Implementación de un Centro de Distribución. Antiguo Cuscatlán.
- Domingo, R., González, C., & Sebastián, M. Á. (2013). Técnicas de mejora de la calidad. Madrid: UNED.
- Escalera, G., Masa, C., & García, E. (2008). Implantación de la reingeniería por procesos: actividades, técnicas y herramientas. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2733591.pdf>
- García, A. (1993). Almacenes, Planeación, Organización y control. Ciudad de México: Trillas.
- Guirón, N. (10 de 1997). Guía para el Desarrollo de Servicios Farmacéuticos Hospitalarios. Obtenido de <https://www.sefh.es/bibliotecavirtual/ops/logistica.pdf>
- Pérez, G., Gisbert, V., & Pérez, E. (22 de 12 de 2017). 3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico, Edición Especial. Obtenido de [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_10.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_10.pdf)

## Notas Biográficas

- C. Mauricio Mucio López es egresado de la carrera de Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca.
- Ing. Nadia Vásquez Arriaga es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca. Es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial y Coordinadora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [nvasqueza@toluca.tecnm.mx](mailto:nvasqueza@toluca.tecnm.mx)
- Dra. en A. América Ávila Hernández es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Ingeniería Industrial en Sistemas de Manufactura por la Universidad Iberoamericana Y Doctorado en Administración por ISIMA. Es profesora de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [aavilah@toluca.tecnm.mx](mailto:aavilah@toluca.tecnm.mx)
- M. en A. Martha Patricia Pérez Domínguez es Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Toluca, Maestra en Administración por el Instituto de Estudios Superiores ISIMA. Es profesora del Departamento de Ingeniería Industrial y Coordinadora de la carrera de Ingeniería en Logística en el Instituto Tecnológico de Toluca, Estado de México. [mperezd@toluca.tecnm.mx](mailto:mperezd@toluca.tecnm.mx)
- M. en T.E. Claudia Georgina Santiesteban Alcántara es Maestra en Tecnología Educativa, se desempeña como Jefe de Proyectos de Docencia del Departamento de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Toluca, es Docente de medio tiempo en el Instituto Tecnológico de Toluca, en el departamento de Ingeniería Industrial, y Profesor de asignatura en la Universidad Autónoma del Estado de México, en Toluca, Edo. [Méx.csantiestebana@toluca.tecnm.edu.mx](mailto:Méx.csantiestebana@toluca.tecnm.edu.mx)

# Estudio Experimental de Mortero con Bacteria y Mucilago de Nopal

Dra. Rajeswari Narayanasamy<sup>1</sup>, Ing. Luis Gustavo Alvarado Rodelo<sup>2</sup>, M.I. Juan Rentería Soto<sup>3</sup>, Dr. Julio Roberto Betancourt Chávez<sup>4</sup> y Dr. Facundo Cortes Martínez<sup>5</sup>

**Resumen:** La siguiente investigación habla acerca del cambio que influye en la resistencia de un mortero convencional, al utilizar el mucilago de nopal y bacterias cultivadas en la región de la laguna como aditivos. Esto busca enriquecer la resistencia del mortero convencional ya que al entrar en contacto con estos aditivos soluciona uno de los mayores problemas en el campo de la construcción, que viene siendo el mantenimiento de este, así como eliminar el escombros que este genera al desecharse de las construcciones. Se llevarán a cabo muestras de los agregados utilizando normas mexicanas vigentes, así como la elaboración de los especímenes mediante diferentes concentraciones de mucilago de nopal y bacteria. Se compararán los resultados y se llegará a la conclusión de elegir la concentración más adecuada.

**Palabras clave:** Mortero, Bacteria, Mucilago de Nopal, Resistencia a compresión

## Introducción

Los aditivos han sido componentes importantes e integrales del hormigón, y con la introducción de nuevos aditivos y materiales suplementarios (naturales o industriales) se han obtenido hormigones altamente trabajables, con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad. Entre sus propiedades comprende el mejoramiento en la trabajabilidad y compactación evitando la segregación, mejorando a largo plazo las propiedades mecánicas, alta resistencia a la compresión a edades tempranas, estabilidad de volumen y prolongada vida de servicio en condiciones ambientales agresivas.

El tema de la bio-mineralización es el proceso en el cual los organismos son capaces de producir materiales sólidos inorgánicos. La cual se aplicó en la industria de la construcción utilizando bacterias capaces de depositar carbonato de calcio y sílice para mejorar la conservación de los monumentos históricos y mejoramiento de concreto, incluso también para reparar estructuras dañadas por la erosión. El nopal está disponible en muchas regiones áridas y semiáridas de México. Este país produce 874.000 toneladas al año, con un rendimiento promedio de 67 ton/ha. Además, el uso del mucilago de nopal en materiales basados en cemento puede tener un impacto social, proporcionando un valor agregado a la producción de esta planta, y se mejoraría su rentabilidad. Debe mencionarse que no todas las especies de nopal se utilizan como alimento, de tal forma que se pueden utilizar para aplicaciones industriales aquellas que no sean aprovechadas para consumo humano o animal.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del mucilago de nopal y bacteria como aditivo natural, en morteros de cemento.

## Desarrollo

### *Descripción de los materiales*

Para la elaboración de las mezclas se utilizó un cemento comercial denominado CPO 40 (según NMX C 414), arena sílica estándar clasificado que cumple con # C109, # C778 ASTM y agua destilada. Las proporciones de los materiales utilizados fueron elegidos de acuerdo con la norma ASTM C 109.

Los microorganismos utilizados fueron aislados de 24 cepas de bacteria del suelo de la Región Lagunera. Se realizaron pruebas para medir crecimiento, proteína cruda, proteína celular y actividad enzimática. Posteriormente, se seleccionaron las 2 cepas que mostraron mejor actividad ureasa durante la prueba de rastreo. Dichas cepas misma que se multiplicó en el medio Urea – CaCl<sub>2</sub> (Stocks-Fische *et al.*, 1999), por 48 horas Posteriormente, se procedió a preparar las soluciones con la concentración 10<sup>6</sup> utilizando el agua necesaria para la elaboración de la mezcla de mortero.

<sup>1</sup> Dra. Rajeswari Narayanasamy es Profesora de Ingeniería Civil en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [naraya@ujed.mx](mailto:naraya@ujed.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Ing. Luis Gustavo Alvarado Rodelo es ex alumno de FICA, UJED, Gómez Palacio, Durango. [tavo290696@gmail.com](mailto:tavo290696@gmail.com)

<sup>3</sup> M.I. Juan Rentería Soto es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [juan.renteria@ujed.mx](mailto:juan.renteria@ujed.mx)

<sup>4</sup> Dr. Julio Roberto Betancourt Chávez es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [jbetancourt@ujed.mx](mailto:jbetancourt@ujed.mx)

<sup>5</sup> Dr. Facundo Cortes Martínez es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. [fcortes@ujed.mx](mailto:fcortes@ujed.mx)



Figura 1. Nopal. Fuente: Internet

Mucílago de Nopal. Fuente: zacatecas.inifap.gob.mx

Para asegurar una mayor concentración del mucílago (Fig.1), se recomienda recolectar cladodios (pencas) de dos años de edad durante el periodo de sequía (febrero-mayo). Las pencas se cosechan por la mañana, cuando la acidez del tejido es mayor. Se pesa cada cladodio en fresco para estimar el rendimiento seco de mucílago. Los cladodios se lavan y desinfectan con una solución de agua potable, hidróxido cúprico y cloro (1:5:4 volumen/volumen/volumen) por dos minutos. Después, las pencas se cepillan y las espinas se eliminan. Con un cuchillo casero se elimina la cutícula y la epidermis, tratando de recuperar la mayor cantidad de clorénquima y parénquima, que es donde se encuentra la mayor cantidad de células que almacenan el mucílago. En este paso, existen dos alternativas de extracción del mucílago. La primera consiste en que después del paso anterior, el tejido sea macerado, o bien que el tejido sea escaldado y después continuar con el proceso de extracción. Después el tejido se corta en cubos de 1 cm<sup>3</sup>, aproximadamente. Macerado. El tejido en trozos se embebe en agua purificada [1:7; tejido (peso): agua (volumen), respectivamente] por 24 horas a 16°C y se deja en un refrigerador convencional. Este paso es importante para recuperar la mayor cantidad de mucílago en fase acuosa. Primer Filtrado, la alcuota se filtra, pesa y el resto de tejido vegetal se elimina. El sobrenadante se coloca en un vaso de precipitado (1 litro) y se somete en baño María a 75°C por 24 horas. El sobrenadante se enfría a temperatura ambiente. Este paso es importante para evitar la evaporación del etanol. La precipitación del mucílago (insolubilización de polímeros) de la fase acuosa se lleva a cabo agregando etanol en una relación 1:3 (solución acuosa: etanol). El precipitado del mucílago se separa mediante una segunda filtración. El resto del solvente se elimina en una estufa por 18 horas a 70°C. Los trozos de mucílago pasan por un proceso de molienda. El mucílago seco recuperado se coloca en un mortero de porcelana y se tritura hasta obtener un polvo blanquecino relativamente fino.

#### Metodología

Los especímenes se ensayan bajo la norma ASTM "C109-93", en las edades ya antes mencionadas, 7 y 28 días, para llevar el control sobre los especímenes que contienen un porcentaje de puro mucilago de nopal, otros con solamente bacteria y por último los que contienen bacteria con mucilago. Se acomodó el mortero sobre la prensa hidráulica, para después proceder con su ensayo y determinar su resistencia a la compresión. (Fig. 2)





Figura 2: Preparación, Desmoldar, Curación y Ensayo de resistencia de morteros

### Resultados y Discusiones

Se evaluaron los efectos producidos por la adición de Mucilago de nopal, cepas bacterianas y la combinación de mucilago de nopal con bacteria a las propiedades mecánicas de los elementos de mortero de cemento, como la resistencia a la compresión, tomando como referencia un espécimen de mortero sin añadirle ningún aditivo como lo fue el mucilago de nopal y la bacteria.

La cepa #1 fue la que mejor resistencia a la compresión tuvo superior a la del mortero convencional, independientemente a las dos cepas se les añadió los mejores porcentajes obtenidos con el mucilago de nopal, lo que fueron los ya mencionados del 8% y 15% (Tabla 1).

**Tabla 1.** Las resistencias de compresión de morteros con Bacteria cepa #1 y Mucilago de Nopal en diferentes porcentajes

MORTERO CON BACTERIA CEPA #1 Y MUCILAGO AL 8%					
1	7	94.4 KG/CM2	94%		
2	7	84 KG/CM2	84%	90.13%	1.47%
3	7	92 KG/CM2	92%		
4	28	112.4 KG/CM2	112%		
5	28	102 KG/CM2	102%	108%	3.67%
6	28	110 KG/CM2	110%		
MORTERO CON BACTERIA CEPA#1 Y MUCILAGO AL 15 %					
1	7	92 KG/CM2	92%		
2	7	98 KG/CM2	98%	92.80%	4.14%
3	7	88.4 KG/CM2	88%		
4	28	110 KG/CM2	110%		
5	28	114 KG/CM2	114%	110.13%	5.67%
6	28	106.4 KG/CM2	106%		

**Tabla 2.** Las resistencias de compresión de morteros con Bacteria cepa #2 y Mucilago de Nopal en diferentes porcentajes

MORTERO CON BACTERIA CEPA #2 Y MUCILAGO AL 8 %					
1	7	88 KG/CM2	88%		
2	7	94.4 KG/CM2	94%	88.80%	0.14%
3	7	84 KG/CM2	84%		
4	28	108 KG/CM2	108%		
5	28	114 KG/CM2	114%	109.33%	5%
6	28	106 KG/CM2	106%		
MORTERO CON BACTERIA CEPA #2 Y MUCILAGO AL 15 %					
1	7	90 KG/CM2	90%		
2	7	84 KG/CM2	84%	86.66%	-2%
3	7	86 KG/CM2	86%		
4	28	108 KG/CM2	108%		
5	28	106 KG/CM2	106%	105.46%	1.13%
6	28	102.4 KG/CM2	102%		

La cepa #2 fue la que mejor resistencia a la compresión tuvo superior a la del mortero convencional, se les añadió los mejores porcentajes obtenidos con el mucilago de nopal, lo que fueron los ya mencionados del 8% comparando con 15% de mucilago de Nopal (Tabla 2).

### Conclusiones

La adición de la cepa aislada localmente y mucilago de nopal permitió alcanzar un mejoramiento en las características y rendimiento del mortero, en general mejorando la estructura hidratada de mortero de cemento.

La resistencia de compresión de mortero con adición de cepa #1 con 15% de mucilago de Nopal incremento 5.67% mayor que el control después de 28 días de curado.

La resistencia de compresión de mortero con adición de cepa #2 con 8% de mucilago de Nopal incremento 5% mayor que el control después de 28 días de curado.

### Referencias

- Ramachandran, S.K., Ramakrishnan, V., Bang, S.S. (2001). "Remediation of concrete using microorganisms", *ACI Materials Journal*, 98, 3-9.
- Sánchez L., Nóvoa X.R., De Vera G., Climent M.A. (2008). Microstructural modifications in Portland cement concrete due to forced ionic migration tests. Study by impedance spectroscopy, *Cem Conc Res*. 38; 1015-1025.
- Shi X., Xie N., Fortune K., Gong, J. (2012) Durability of steel reinforced concrete in chloride environments: An overview, *Const Build Mater*: 125-138.
- Stocks-Fischer, S., Galinat, J.K. and Bang, S.S. (1999). "Microbiological precipitation of CaCO<sub>3</sub>", *Journal of Soil Biology and Biochemistry*, 31, 1563 - 1571.

### Notas Biográficas

La **Dra. Rajeswari Narayanasamy** es Profesora de Ingeniería Civil en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Termino sus estudios de Licenciatura en Ingeniería Civil y Maestría en Ingeniería de Estructuras de PSG College of Technology, Bharathiar University, Coimbatore, Tamil Nadu, India. Después terminó el Doctorado en la Universidad Juárez del Estado de Durango en 2013. Obtuvo Reconocimiento al Mérito Académico del Estado de Durango Secretaria de Educación, Durango, otorgado por Estado de Durango por alto rendimiento en el programa de estudio de Doctorado en Ingeniería con Especialidad en Sistemas de Planeación y Construcción. Ha publicado artículos en varias revistas en nivel Nacional e Internacional. Tiene Reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por Subsecretaria de Educación Superior, Programa de Mejoramiento del Profesorado desde 2010 y Sistema Nacional de Investigadores (Nivel Candidatura) desde 2020.

El **Ing. Luis Gustavo Alvarado Rodelo** es Exalumno de Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura, UJED, Gómez Palacio, Durango.

El **M.I. Juan Rentería Soto** es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Ha publicado artículos en varias revistas en nivel Nacional

e Internacional. Tiene Reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por Subsecretaría de Educación Superior, Programa de Mejoramiento del Profesorado.

El **Dr. Julio Roberto Betancourt Chávez** es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Ha publicado artículos en varias revistas en nivel Nacional e Internacional. Tiene Reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por Subsecretaría de Educación Superior, Programa de Mejoramiento del Profesorado.

El **Dr. Facundo Cortes Martínez** es Profesor de Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura en la Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango. Ha publicado artículos en varias revistas en nivel Nacional e Internacional. Tiene Reconocimiento a Perfil Deseable otorgado por Subsecretaría de Educación Superior, Programa de Mejoramiento del Profesorado.



# Uso de Material Didáctico como Propuesta de Innovación para el Logro de Aprendizajes a Distancia

Naomi Guadalupe Nava Díaz<sup>1</sup>, Karem Vilchis Pérez<sup>2</sup> y  
Basilio Reyes Mejía<sup>3</sup>

**Resumen**— El presente documento describe los resultados obtenidos al implementar el uso de material didáctico como propuesta de innovación atendida en sesiones virtuales en mis jornadas de práctica del sexto semestre de la Licenciatura en Educación Primaria. La propuesta de innovación cuyo objetivo fue mejorar mi práctica educativa y el logro de los aprendizajes a distancia en alumnos de cuarto grado de educación primaria. Para la propuesta de innovación fue necesario analizar y reflexionar los resultados obtenidos en una primera jornada de práctica que se llevó a cabo en sesiones virtuales a causa de la pandemia por COVID-19, la cual generó un espacio de oportunidad para implementar material acorde al aprendizaje a distancia de tal forma que me permitiera lograr aprendizajes de los niños y fortalecer mis competencias profesionales y genéricas.

**Palabras clave**— Material didáctico, propuesta de innovación, aprendizaje a distancia, jornada de práctica.

## Introducción

A finales del mes de marzo del año 2020 en México inició el confinamiento a causa del virus SARS-CoV2, lo que obligó a la sociedad mexicana a cambiar de manera repentina su forma de vivir, pues las actividades que cotidianamente se realizaban fueron transitadas de lo presencial a distancia. En el ámbito educativo el gobierno mexicano decidió llevar a cabo la modalidad de educación a distancia como medida inmediata para continuar con los procesos de aprendizaje de los estudiantes en todos los niveles educativos.

Los docentes por su parte tuvieron que emplear diferentes plataformas y aplicaciones tecnológicas con el uso de computadoras o teléfonos celulares para establecer una forma de comunicación con sus alumnos y seguir llevando a cabo las prácticas educativas, pero ahora desde una modalidad a distancia, de manera que tuvieron que adoptar nuevas estrategias de enseñanza o aprendizaje utilizando las herramientas tecnológicas, juegos interactivos en línea, presentaciones en diferentes aplicaciones, videos, etc.

Al ser estudiante del sexto semestre de la Licenciatura en Educación Primaria fue necesario cumplir con las jornadas de práctica profesional establecidas en la malla curricular como parte del proceso de formación docente, cuya base se encuentra en la experiencia que se adquiriera dentro de las aulas de educación primaria.

El grupo donde desarrolle mis prácticas fue un grupo de 4° grado cuya matrícula era de 28 alumnos, en el municipio de Toluca. La estancia dentro de la escuela primaria consistió en dos jornadas de práctica, cada una de diez días. Para el aprendizaje se utilizó la plataforma Zoom. El instrumento base para el análisis y reflexión de mi hacer dentro del aula fue el diario del profesor, además se emplearon listas de cotejo con la finalidad de evaluar el aprendizaje a distancia adquirido por los alumnos.

En la primera jornada de práctica, identifiqué que el aprendizaje en las sesiones virtuales no se estaba logrando, por lo que realicé una propuesta de innovación, mediante la implementación de material didáctico que permitiera el logro de los aprendizajes a distancia en sesiones virtuales.

El presente documento da cuenta de la experiencia vivida bajo una modalidad de educación a distancia, en la cual identifiqué la importancia y los beneficios de implementar una propuesta de innovación para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

## Descripción del Método

Para establecer la propuesta de innovación se empleó la metodología cualitativa, la cual según Sampieri (2014) “se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (p. 358), ya que para elegir la propuesta de innovación se consideraron los resultados obtenidos en cuanto al logro de aprendizajes.

<sup>1</sup> Naomi Guadalupe Nava Díaz es estudiante del 7° semestre de la Licenciatura en Educación Primaria en la escuela Normal No. 1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [nnaomi435@gmail.com](mailto:nnaomi435@gmail.com)

<sup>2</sup> Karem Vilchis Pérez es docente investigador en la Escuela Normal No. 1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [alkabb2007@hotmail.com](mailto:alkabb2007@hotmail.com)

<sup>3</sup> Basilio Reyes Mejía es docente investigador en la Escuela Normal No. 1 de Toluca, en Toluca, Estado de México. [bamere@gmail.com](mailto:bamere@gmail.com)

En un primer momento se analizaron los resultados obtenidos en la primera jornada de práctica que se realizó durante el mes de mayo del año 2021. Se utilizaron algunos instrumentos de evaluación para conocer el alcance del aprendizaje esperado en las asignaturas de español, historia, matemáticas y geografía. De igual manera analicé el diario del docente, instrumento que me permitió identificar el aspecto a innovar de mi práctica educativa para el logro de aprendizajes a distancia.

Se identificó que los alumnos no lograron el aprendizaje esperado en las asignaturas que se trabajaron en sesiones virtuales, ya que ante la modalidad de educación a distancia se implementaron únicamente presentaciones PowerPoint y juegos interactivos en el mismo software, lo cual resultó insuficiente para el logro de aprendizajes.

En un segundo momento se estableció que la propuesta de innovación para la segunda jornada de práctica realizada durante el mes de junio del año 2021 consistiera en el uso de material didáctico manipulable por los alumnos para el trabajo con los contenidos atendidos en sesiones virtuales.

### Desarrollo

Derivado del confinamiento causado por el virus del COVID-19, en el ámbito educativo cada institución escolar se vio obligada a transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que tanto docentes como alumnos tuvieron que aprender a utilizar aplicaciones y plataformas tecnológicas para el logro de aprendizajes a distancia.

Ante esta situación y como estudiante de la Licenciatura en Educación Primaria, tuve que realizar mis jornadas de práctica del sexto semestre en línea mediadas con el uso de las TIC, ya que debía cumplir con lo requerido en la malla curricular y atender a lo solicitado en el curso de Trabajo Docente y Proyectos de Mejora Escolar, por lo tanto, se me asignó un grupo de 4° grado de una escuela primaria del municipio de Toluca.

Del 17 al 28 de mayo asistí a la primera jornada de práctica. Durante este periodo de dos semanas tuve cuatro sesiones virtuales mediante la plataforma Zoom con los alumnos de 4° grado con duración de una hora aproximadamente. Para ello tuve que elaborar una planificación, la cual constituyó el elemento principal de mi práctica educativa, ya que en ella establecí las estrategias de acuerdo al aprendizaje esperado que se deseaba lograr con los alumnos. De acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (2011) “La planificación es un elemento sustantivo de la práctica docente para potenciar el aprendizaje de los estudiantes hacia el desarrollo de competencias. Implica organizar actividades de aprendizaje a partir de diferentes formas de trabajo” (p.28).

Las asignaturas que se trabajaron en sesiones virtuales fueron: español e historia. Para apoyar el proceso de aprendizaje de los alumnos incorporé en la planificación el uso de presentaciones de PowerPoint, juegos interactivos en este mismo software y la pizarra de zoom como material de apoyo. De acuerdo al Plan de estudios 2011, los materiales educativos potencian el aprendizaje de los alumnos, y estos son elegidos bajo la perspectiva del docente considerando siempre el aprendizaje esperado que se desea lograr. Al respecto Molinero (2020) menciona que “Las TIC también han ayudado en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, pues, gracias a ellas, existen recursos educativos digitales que permiten tanto al docente como al estudiante realizar ejercicios, tareas o proyectos”, por lo que en clase estas herramientas fungieron como un apoyo en la primera jornada de práctica.

Durante las dos primeras clases la mayor parte de los alumnos respondían a las preguntas que se planteaban en sesión virtual y con el juego su participación incrementó, ya que no solo los alumnos que encendían la cámara participaban de manera asertiva, recuperando los aprendizajes vistos previamente, sino también aquellos que preferían tenerla apagada. Esto me hizo pensar que el uso de estas herramientas tecnológicas favorecía el aprendizaje de los alumnos, sin embargo, durante la segunda semana en las cuales se abordó un contenido de la asignatura de español en la sesión virtual la participación de los alumnos disminuyó, de los 16 alumnos que asistían a clase, solo participaban 3 y en ocasiones lo hacían solo porque se les preguntaba directamente.

Barrón (citado en Díaz, 2016) afirma que incorporar las TIC en los procesos de aprendizaje no siempre favorece el logro del aprendizaje por parte de los estudiantes, por lo que siempre debe considerarse el aspecto didáctico que permita que el alumno dote de significado a estas herramientas tecnológicas, y ante un tiempo prolongado en el cual los alumnos utilizaron estas herramientas, ya no tenían el mismo impacto en su aprendizaje. En este entendido es importante contemplar como docentes que debemos ser conscientes de que las TIC no tienen significado en la educación si no favorecen el aprendizaje de los estudiantes, “esta coyuntura compleja debe de contribuir, a cambiar las formas en las que enseñamos y aprendemos; no sólo sumar la tecnología a los procesos educativos, sino que realmente sea una disrupción que motive cambios profundos en las prácticas pedagógicas cotidianas” (p.70).

Una forma de dar cuenta del acontecer dentro del aula fue descrito en el diario del docente, al que López (2012) lo considera como un “recurso valioso de investigación cualitativa para los docentes y alumnos, pues permite tener un relato pormenorizado de los acontecimientos más importantes del proceso de enseñanza aprendizaje en el salón de clase” (p.2), lo que fue fundamental para el análisis de las situaciones descritas, ya que me permitió reflexionar sobre mi actuar docente, las herramientas que utilicé y el logro de aprendizajes en los alumnos.

De igual manera hice uso de listas de cotejo que me dieron un panorama del alcance de los aprendizajes logrados en sesiones virtuales en las asignaturas de español e historia, ya que “la lista puede aportar información para decidir si un alumno reúne las características deseables en una ejecución determinada” (Sánchez, 2020, p.90).

De ambos instrumentos empleados observé que las herramientas que empleé en las sesiones virtuales no favorecieron el aprendizaje de los alumnos e identifiqué que la participación en sesiones fue disminuyendo a causa de que las herramientas ya no motivaban a los alumnos a continuar aprendiendo a distancia, ya que fueron herramientas que habían trabajado desde que inició el confinamiento, aspecto que no consideré al elaborar la planificación de las sesiones virtuales de la primera jornada de práctica, al respecto Blanco (2012), menciona que el objetivo de la práctica docente siempre será el aprendizaje de los alumnos, para ello el docente tiene que reflexionar de una manera objetiva y crítica su quehacer docente. Esto me hizo notar que, si quería mejorar los aprendizajes a distancia con los alumnos, debía innovar mi práctica educativa, ya que la innovación es “un componente de cambio de cualquier proceso de desarrollo” (Blanco, 2012, p. 84), en este sentido la innovación permitiría mejorar el aprendizaje a distancia de los alumnos.

Es así que para la segunda jornada de práctica desarrollé una propuesta de innovación que se centró en incorporar material didáctico para el trabajo en sesiones virtuales ya que según Guerrero (2009) “el material didáctico favorece el proceso de aprendizaje en los estudiantes, gracias al contacto práctico-lúdico con elementos reales que activan el gusto por aprender” (p. 1), por lo que se consideró facilita que el alumno aprenda, por lo que su elección tiene que estar orientada en el aprendizaje esperado que se desea lograr.

En este sentido, me di a la tarea de analizar los aprendizajes esperados de las asignaturas a atender en sesiones virtuales, las cuales fueron español, matemáticas y ciencias naturales, posterior busqué el tipo de material acorde a la edad de los alumnos, sus gustos y desarrollo cognitivo (Guerrero, 2009), de igual manera consideré el contexto de los alumnos de manera que elegí materiales que tuvieran en casa, para facilitar su adquisición y utilizarlos durante las sesiones virtuales.

A partir de ello fue que se implementaron diversos materiales, por ejemplo: en la sesión virtual de español un formulario tamaño cartulina; en la asignatura de matemáticas una regla que se utilizó para el aprendizaje de las unidades de medida; y, en la asignatura de ciencias naturales las maquetas para el aprendizaje de eclipses de sol y luna y las fases de la luna. Cabe mencionar que el material didáctico de las tres asignaturas, lo tenían que tener en físico para que lograran manipularlo los alumnos, de manera que durante las sesiones virtuales y al abordar los contenidos lo emplearan y vivieran el aprendizaje.

De acuerdo a programa del curso Trabajo Docente y Proyectos de Mejora Escolar, durante este proceso no sólo desarrolle aprendizajes en los estudiantes, sino de igual manera logre fortalecer algunas competencias del perfil egreso del Licenciado en Educación Primaria. Entre las competencias genéricas y profesionales que fortalecí fue *Soluciono problemas y toma decisiones utilizando su pensamiento crítico y creativo*, ya que ante la problemática detectada en cuanto al aprendizaje a distancia de los alumnos tuve que buscar una propuesta de innovación que diera respuesta a dicha situación y mejorara mi práctica educativa. De manera conjunta se mejoraron tres competencias profesionales: 1. *Detecta los procesos de aprendizaje de sus alumnos para favorecer su desarrollo cognitivo y socioemocional*, 2. *Aplica el plan y programa de estudio para alcanzar los propósitos educativos y contribuir al pleno desenvolvimiento de las capacidades de sus alumnos* y 3. *Diseña planeaciones aplicando sus conocimientos curriculares, psicopedagógicos, disciplinares, didácticos y tecnológicos para propiciar espacios de aprendizaje incluyentes que respondan a las necesidades de todos los alumnos en el marco del plan y programas de estudio*, ya que al elaborar la planificación tuve que considerar los aprendizajes esperados, el material didáctico adecuado para el logro de los aprendizajes a distancia y las características de los alumnos (edad, gustos, contexto).

## Resultados

Para valorar mi propuesta de innovación implementada en la segunda jornada de práctica utilicé dos instrumentos: el diario del docente de los días que tuve sesiones virtuales y las listas de cotejo diseñadas para las asignaturas de español, matemáticas y geografía. Realicé un análisis y reflexión para presentar los resultados obtenidos en cuanto al logro de aprendizajes por parte de los alumnos de 4° grado.

En la asignatura de español el aprendizaje esperado fue “Identifica la relevancia de los datos requeridos en función de las instrucciones para su llenado” (SEP, 2011, p.54) y utilicé un formulario tamaño cartulina, mismo que los alumnos tuvieron durante la sesión virtual. Este material didáctico permitió que conocieran los datos que lo integraban (nombre, apellidos, CURP, edad, sexo, nacionalidad, tipo de sangre) y que algunos eran desconocidos para ellos, además permitió realizar un análisis grupal de la importancia de escribir de manera correcta los datos y valoraron en qué situaciones de su vida cotidiana habían utilizado un formulario.

Con el formulario incrementó la participación voluntaria de los alumnos. Se obtuvo que los alumnos mencionaron datos que hasta antes de la sesión desconocían. De acuerdo a la lista de cotejo, de los 23 alumnos del

grupo, el aprendizaje esperado fue alcanzado por el 65.3% de los alumnos, ya que fueron los que asistieron a clase, participaron en la sesión y contestaron de manera correcta su formulario, el otro 34.7% no asistió a sesión o no cumplió con el material solicitado (Figura 1).

En la asignatura de matemáticas el material didáctico fue elaborado durante la sesión virtual por los alumnos. Para explicar la igualdad entre 1m, 10dm y 100cm. Mostré tres tiras de 1m elaboradas con papel de tres distintos colores para diferenciar cada unidad de medida. Del mismo modo los alumnos elaboraron sus tiras con hojas de color, hojas blancas y periódico. En un primer momento elaboraron la tira de 1m, después se solicitó que elaborarán la de 10dm, al principio un alumno preguntó “¿Qué es 1dm maestra?”, a lo que otro alumno respondió “es cuando 1m se divide en 10, otro alumno comentó “entonces 1m es igual a 10 dm”, lo que hizo notar que habían comprendido la igualdad entre estas unidades de medida. La última tira que elaboraron los alumnos fue la de 100 cm. De igual manera se solicitó que midieran su tira de la misma media que las 2 anteriores, y la dividieran en 100 partes iguales (Figura 1).

Los alumnos se mostraron activos al participar y comentar, además ya no solo estaban observando en una pantalla el contenido, sino que lo estaban manipulando de manera que facilitó la comprensión y relación existente entre 1m y 10dm. De acuerdo a lo observado durante la sesión virtual y lo registrado en la lista de cotejo, el 52.2% de los alumnos alcanzó el aprendizaje esperado, mientras que el 47% no lo hizo porque no asistió a sesión virtual o tubo dificultad para comprender la relación existente con relación a la última unidad de medida (Figura 1).

En la asignatura de ciencias naturales las maquetas y lámparas se utilizaron para representar los eclipses de sol y luna. La explicación de los eclipses la escucharon los alumnos y después comentaron algunos datos que sabían del espacio y con la maqueta de las fases de la luna los alumnos la mostraron en pantalla y comentaron qué tipo de luna hubo la noche anterior a clase. En relación con lo observado en la sesión y lo registrado en la lista de cotejo de la asignatura, se logró el aprendizaje en el 43.5% de los alumnos, porque participaron durante la sesión, comentaron datos que sabían de los eclipses o respondieron de manera acertada cuando les tocó participar. El 56.5% de los alumnos no alcanzó el aprendizaje porque en su mayoría no asistieron a la sesión, de este porcentaje solo 2 alumnos asistieron, pero no respondieron lo que se les cuestionó (Figura 1).

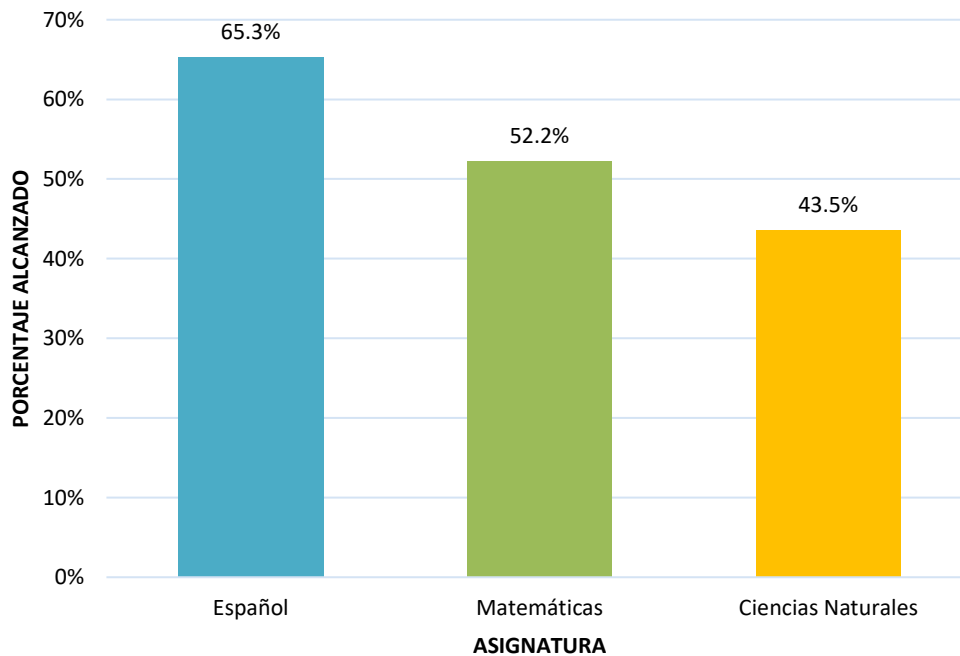


Figura 1. Porcentaje alcanzado por asignatura de logro aprendizajes a distancia en sesiones virtuales con la implementación de material didáctico

De esta manera, se estableció que los materiales didácticos seleccionados para el trabajo en las diferentes asignaturas favorecieron la adquisición de los aprendizajes a distancia en las sesiones virtuales con los alumnos de 4° grado, ya que la participación de los alumnos fue activa, resultados reflejados en la lista de cotejo cuyo objetivo era valorar el logro de aprendizajes por parte de los estudiantes de 4° grado.

### Comentarios Finales

Los resultados obtenidos en tanto al uso de material didáctico para el logro de aprendizajes a distancia, establecida como propuesta de innovación, demuestran que es necesario incorporar a la práctica docente elementos nuevos que motiven al alumno a seguir aprendiendo, de manera que durante las sesiones virtuales propicien su participación activa e interactúen con el contenido, Criollo (2018) menciona que los materiales didácticos son parte elemental de la labor docente, ya que propician que el alumno construya su aprendizaje mediante el uso de los materiales, los introduce a repensar el contenido y transformarlo para que este sea significativo.

Con los resultados obtenidos al implementar el material didáctico para el contenido de tres asignaturas en las sesiones virtuales, incrementó la participación de los alumnos en las sesiones, comentaban datos sobre los temas y de manera grupal se pudieron analizar los diferentes contenidos, lo que motivó a los alumnos y consecuentemente lograron los aprendizajes esperados a distancia.

Es importante reconocer que, en la modalidad de educación a distancia, no solo las herramientas tecnológicas que nos ofrecen las TIC contribuyen al logro de aprendizajes a distancia, sino el uso de material didáctico acorde al aprendizaje que se quiere alcanzar y que sea manipulable por los alumnos, de esta manera se están en contacto con el contenido, muestran participación activa durante las sesiones virtuales, se expresan con mayor facilidad y se genera un ambiente de aprendizaje que favorece la construcción de los aprendizajes.

Finalmente, en la práctica docente la innovación siempre debe estar presente, ya que las problemáticas a las que nos enfrentamos nos obligan a cambiar para mejorar. Para hacerlo, la reflexión y análisis de nuestro quehacer cotidiano es fundamental. En este sentido, la propuesta de innovación generada a partir del análisis y reflexión de dos instrumentos: diario del docente y listas de cotejo me permitió mejorar mi práctica docente y fortalecer competencias genéricas y profesionales necesarias para el perfil de egreso.

### Referencias

- Blanco, G. La innovación en la práctica docente: del ser al hacer. *Revista de la facultad de filosofía y letras*.  
[http://cmas.siu.buap.mx/portal\\_pprd/work/sites/filosofia/resources/PDFContent/796/010.pdf](http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/filosofia/resources/PDFContent/796/010.pdf)
- Criollo, N. (2018). *Influencia del uso de los materiales didácticos en el aprendizaje del área de lengua y literatura de los estudiantes del 5to. grado C de educación general básica de la unidad educativa tres de noviembre año lectivo 2018-2018*. (Tesis de Licenciatura en Pedagogía, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca). Repositorio Institucional <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16015/1/UPS-CT007765.pdf>
- Díaz, B. (2020). *Educación y Pandemia (1ª edición)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación.
- Guerrero, A. (2009). Los materiales didácticos en el aula. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 5, 1-7.  
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6415.pdf>
- López, G. y Roger, S. (2014). El diario del profesor como herramienta de evaluación cualitativa de un programa para aprender a pensar. *Revista Talento, inteligencia y creatividad*, 1(1), 4-18. [https://www.cucs.udg.mx/talineng/sites/default/files/adjuntos/01\\_01/04\\_diario.pdf](https://www.cucs.udg.mx/talineng/sites/default/files/adjuntos/01_01/04_diario.pdf)
- Manrique, A. y Gallego, A. (30 de octubre de 2012). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 4(1), 101-108. <https://doi.org/10.21501/issn.2216-1201>
- Molinero, A. y Chávez, U. (2020). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. *Revista iberoamericana de investigación y desarrollo*, 10 (19), 2007-7467. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-74672019000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672019000200005)
- Sánchez, M. y Martínez, A. (2020). *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias (1ª ed.)*.  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. McGRAW-HILL
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2011). Programa de estudio Guía para el maestro 4º grado. México: SEP.
- \_\_\_\_\_ (2011). Plan de estudios 2011 Educación Básica. México: SEP.
- \_\_\_\_\_ (2021). Programa del curso Trabajo docente y proyectos de Mejora Escolar Sexto semestre. (1ª ed). SEP.  
<https://www.cevie-dgespe.com/documentos/1157.pdf>



# La ex Hacienda de La Providencia en Guerrero, México: ¿Protección Adecuada?

Dr. David Nava Díaz<sup>1</sup>, Dr. Said Arturo Castro Luna<sup>2</sup>, Dra. Martha Elena Soria Pulido<sup>3</sup>, Mtro. Marco Antonio Rayo Mendoza<sup>4</sup>

**Resumen** - La vivienda es un satisfactor humano evoluciona debido a varios factores, que van desde los relacionados al ámbito natural, (clima, materiales, topografía, etc.), como los de tipo socio económico (disponibilidad de suelo, plusvalía del terreno), hasta los técnicos y tecnológicos.

Las similitudes y diferencias que se encuentran en la vivienda de interés social y la vivienda tradicional, será un punto de partida para definir las, ya que han respondido a una situación específica y a una evolución histórica determinada.

La comparación de este tipo de viviendas, se establece a partir de dos trabajos previos, en donde se han analizado de manera puntual las características de la vivienda de interés social de la ciudad de Chilpancingo y la vivienda tradicional de la ciudad de Cutzamala de Pinzón, en Guerrero, México; de tal manera que se verifique que cumpla con un factor importante de evaluación de las viviendas: la habitabilidad.

## Introducción

La Ex Hacienda de La Providencia, ubicada en el Municipio de Acapulco, Gro., México, es un ejemplo de como la ausencia de la participación ciudadana, hace que los esfuerzos por rescatar y conservar un monumento histórico, resulten poco efectivos, ya que, a pesar de tener intervenciones previas, se ha seguido deteriorando con el paso del tiempo, con resultados negativos en su condición estructural.

Después de estar en completo abandono, la ex Hacienda de La Providencia, sufrió un deterioro casi completo, y de contar con una casa en donde vivió el General Juan Álvarez, con un molino de agua y una zona de producción; solamente quedó en pie la Capilla y el Panteón familiar.

## Descripción del Método

A partir de esta condición, se han tenido dos intervenciones que se han encaminado a consolidar y rescatar la estructura de la capilla y darle mantenimiento a la zona del panteón familiar. Dichas intervenciones han sido infructuosas, ya que al momento de terminar y de dejar en mejores condiciones el sitio, la ausencia de una figura local que pueda hacerse cargo del mantenimiento del inmueble y la falta de un uso específico del lugar, han hecho que el deterioro vuelva a presentarse y deje en peores condiciones al inmueble que las que se encontraba cuando se empezó a rescatar.

La primera intervención la realizó una constructora particular de acuerdo a un dictamen elaborado por el Centro INAH Guerrero y la segunda intervención fue producto de la intervención de un grupo de investigadores de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero y la colaboración de alumnos de la misma Facultad y mano de obra local.

Los alcances de las dos intervenciones fueron completamente diferentes, ya que mientras la primera se trató de una intervención correctiva, la segunda solamente fue preventiva, para proteger del deterioro que estaba afectando a la Capilla. La otra diferencia sustancial fue en relación a los presupuestos.

## Antecedentes históricos de la Ex Hacienda de Juan Álvarez, en La Providencia, Municipio de Acapulco, Gro.

### Ubicación geográfica del inmueble y datos históricos.

<sup>1</sup> El Dr. David Nava Díaz, es Profesor Investigador de Tiempo Completo, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero. [danadigro@gmail.com](mailto:danadigro@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Said Arturo Castro Luna, es Profesor Investigador de Tiempo Completo, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero. [saidcastro01@gmail.com](mailto:saidcastro01@gmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Martha Elena Soria Pulido, es Profesora Investigadora de Tiempo Completo, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero. [martha\\_esp2000@hotmail.com](mailto:martha_esp2000@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Mtro. Marco Antonio Rayo Mendoza, es Profesor de Tiempo Completo, en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero. [mendoza0122@hotmail.com](mailto:mendoza0122@hotmail.com)



Los inmuebles que comprende el casco de la Ex hacienda se ubican en la localidad de La Providencia, perteneciente al Municipio de Acapulco de Juárez en el estado de Guerrero, a ocho kilómetros de la desviación del entronque conocido como Kilómetro 42 de la carretera nacional Acapulco- México, pasando antes por el poblado de Piedra Imán a 5 kilómetros de la desviación mencionada.

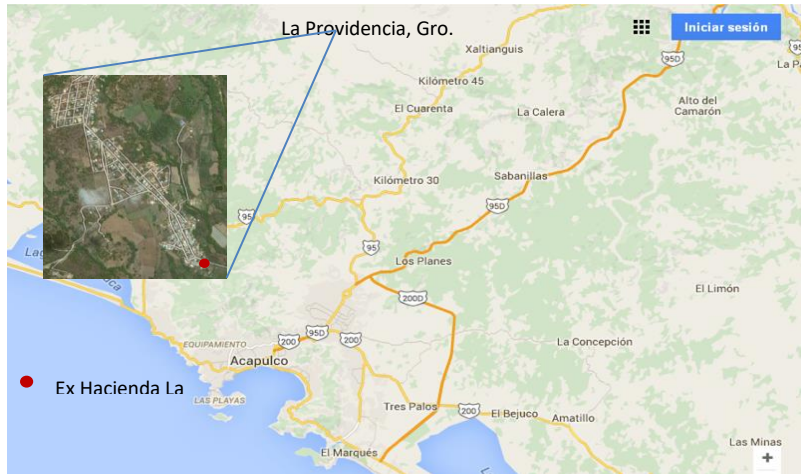


Imagen: Ubicación del inmueble

En lo que respecta al antecedente de lo que fue la Hacienda La Providencia, propiedad del General Juan N. Álvarez, según documentos del Archivo General de la Nación indican que en 1790 existían en la zona, unas tierras desiertas y baldías que fueron denunciadas por Bartolomé Rodríguez quien fue un español vecino del pueblo de Zumpango del Río, en aquella época de Jurisdicción de Tixtla, Guerrero.

“Conocida anteriormente como La Brea, fue una de las propiedades de Juan Álvarez Hurtado.

La referida propiedad pertenecía a don Enrique Wirmond, quien se dedicaba a la navegación marítima y de ahí obtenía resina o brea de los pinos del bosque, para la restauración de barcos, hecho que le daba el nombre de La Brea a la propiedad. En 1792, los padrones de Acapulco ya registran La Brea como paraje.

Este monumento histórico es referente de la historia del estado de Guerrero y de la Historia de México, según un documento elaborado por Doralicia Carmona<sup>5</sup>, cuando Morelos marcha desde Acapulco para atacar Chilpancingo, el 3 de mayo de 1811:

*“Durante la noche de este día rompe el asedio realista para dirigirse a Chilpancingo. Desde hacía meses, los insurgentes levantados en la Costa Chica (desde Acapulco hasta los límites con Oaxaca) habían tenido sus fuerzas divididas entre los campamentos de la Sábana, el Aguacatillo, el Veladero y las Cruces. El Generalísimo José María Morelos se había atrincherado en el Veladero. La división realista al mando del teniente coronel Juan Antonio Fuentes, estuvo atacando los campamentos tratando de cortar la comunicación entre ellos y luego de tres meses de asedio, había logrado interceptar los puntos de donde recibían víveres y auxilios. Por lo que Morelos resolvió a abandonar el asedio de Acapulco y marchar al frente de trescientos hombres hacia Chilpancingo.*

*Perseguido por los realistas, **llegará a la hacienda de la Brea** y ordenará a Hermenegildo Galeana que vaya a Chichihualco, finca perteneciente a la familia Bravo de Chilpancingo, en demanda de víveres para su tropa, que sigue sitiada en los otros campamentos...”*

<sup>5</sup> Carmona, Doralicia. Memoria Política de México.

Según Clyde Gilbert Bushnell, historiador norteamericano, Juan Álvarez compró los campos del paraje mencionado en 1836 y después, en ese mismo lugar, se estableció Don Juan, construyendo la casa en donde vivió el resto de su vida, cambiándole el nombre a la propiedad, a la cual le puso La Providencia...<sup>6</sup>

Los términos en que fue adquirida la Hacienda se hacen referencia en un extracto del testamento del General Juan Álvarez:

“...declaro, que habiendo comprado esta Hacienda al finado Dn. Enrique Wirmond en la cantidad de veinticinco mil pesos, a cubrir en cinco años, abonando en cada uno de ellos cinco mil, por mis penurias y escaseces solo pude hacerle un abono, en el año de 1857 el Supremo gobierno se obligó a cubrir el resto en abonos mensuales de tres mil pesos, comprometiéndose a verificar tal pago por cuenta de los setenta mil pesos, que se me reconocieron y mandaron pagar por indemnización de las pérdidas que sufrí en la guerra que á este Estado trajo Dn. Antonio López de Santa Anna, solo se le entregó una mensualidad. En tal virtud, y atendiendo el compromiso que contrajo el Supremo Gobierno, en Dios y en conciencia no me considero inmediata y personalmente responsable a pagar a la Señora viuda de Wirmand Da. Clara Salceda los diez y siete mil pesos restantes...”<sup>7</sup>

Existe una descripción del inmueble, de acuerdo a un archivo familiar de una descendiente de Juan Álvarez, de la cual se extrae una parte:

#### DESCRIPCIÓN DE LA HACIENDA DE LA PROVIDENCIA<sup>8</sup>

*“La Hacienda de La Providencia está ubicada en el Distrito de Tabares municipalidad de Acapulco, estado de Guerrero.*

*Su posición geográfica está en el litoral del Océano Pacífico.*

*Dista del puerto de Acapulco, más o menos doce leguas o sea seis horas a caballo.*

*Las vías de comunicación en la actualidad son de herradura cuya comunicación dilatará hasta el año de 1924. Al presente está por inaugurarse la gran carretera México Acapulco que atraviesa en toda su extensión a la citada propiedad de La Providencia, haciéndose en automóvil de este punto al puerto antes mencionado hora y media.*

*Su altura sobre el nivel del mar es de 600 metros.*

*El régimen de lluvias es sin interrupción hasta el mes de octubre, entendiéndose que éstas comienzan en junio invariablemente y las más veces desde entrado el mes de mayo, pues es la primera meseta que está al pie de la sierra madre.*

*Su clima es bondadoso y benigno, es casi ideal. Puede decirse que tiene los tres climas, ya que sus faldas las tiene en la costa, el casco de la Hacienda en una meseta en la que se goza de clima templado y la otra parte de ella en plena sierra en donde es fría en todo el año...”*

De la descripción que se realiza de las características y composición, se determina que la ex Hacienda se compone de tres zonas: las faldas, el casco y la parte de la sierra. De esta identificación de las partes es importante determinar que el estudio que se realiza abarca solamente la parte en donde se encuentra el casco de la ex Hacienda, por lo que las propuestas de intervención que se mencionan en una siguiente etapa, corresponden exclusivamente a esta zona.

*“...Está atravesada por dos ríos que nacen dentro de la propiedad, así como varios arroyos que también nacen dentro de la finca y que riegan dichos terrenos.*

<sup>6</sup> <http://www.encyclopediagro.org/index.php/indices/indice-cultura-general/1274-providencia-hacienda-de-la>

<sup>7</sup> <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3116/17.pdf>

<sup>8</sup> “Descripción de la hacienda La Providencia”, sin autor, principios del siglo XX, en archivo familiar de la señora Blanca Heredia de Solís, descendiente de Juan Álvarez. Tomado de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. [www.juridicas.unam.mx](http://www.juridicas.unam.mx)

*El área total del terreno es de 17,892 hectáreas (44,125 acres) diez leguas cuadradas según plano que existe.*

*El terreno irrigable es de uno a dos mil hectáreas en la actualidad pudiéndose regar mayor cantidad de terreno pues esto está en la posibilidad de la persona o compañía que la adquiera.*

*Los canales de irrigación están en buen estado y la porción de terreno irrigable está cercada con corral de piedra en perfecto estado.*

*La turbina con que se movía la caña está movida por una caída de agua que se puede aprovechar como de regadío.*

*El molino en la actualidad está en condiciones ruinosas por el tiempo que a éste se ha descuidado...*

*...Dentro de la Hacienda hay una mina de fierro que a la fecha no se sabe si está denunciada y que es conocida como Piedra Imán por tener la particularidad de que las piedras atraen cualquier metal de acero que se le acerca.*

*Los pastos o agostaderos pues los ganados se crían siempre gordos y de gran alzada, este ramo nunca ha fracasado pudiéndose ver y desengañarse con los que en la actualidad existen.*

*Las maderas reinantes son el ocote y el encino encontrándose de este último en gran escala y entre ellos el amarillo que sirve para construcción de muebles de lujo. Hay otras muchas maderas finas, pero con especialidad y preponderancia de encina y ocote resinoso..."*

En términos concretos la descripción que se tiene da cuenta de la extensión, de las partes que componen la Hacienda y los recursos naturales para su explotación. De todos los datos obtenidos, sin duda se determinan muchas de las condiciones actuales de la zona, la ubicación de la Mina que se detalla con la presencia de una piedra Imán, da nombre a una comunidad actualmente, el casco de la Hacienda está presente con dos características: propiedad privada lo que fue la casa familiar y la zona producción de la molienda; y propiedad comunal lo que queda con la Capilla y el panteón Familiar.

Ya desde la descripción que se tiene de las condiciones físicas de los elementos que conformaban el casco de la Hacienda, se menciona que algunos elementos están en franco deterioro o en ruina completa como el molino.

Con el paso del tiempo el abandono del lugar, provocó que todos los elementos de la Hacienda tuvieran pérdidas completas. La casa se perdió totalmente, la capilla y panteón familiar quedaron en ruinas, pero con vestigios que han permitido hacer la reconstrucción de dichos elementos. La parte del molino y zona de producción está en ruina completa, solamente se ha conservado en no tan buenas condiciones el acueducto.

## **ETAPAS DE INTERVENCIÓN PARA SU RESCATE.**

### **Primera intervención.**

Las recomendaciones del INAH Delegación Guerrero<sup>9</sup>, consistieron en trabajar los siguientes aspectos:

- 1.- REESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DE LA TORRE CAMPANARIO INCLUYENDO LA CIMENTACIÓN.
- 2.- CONSOLIDACIÓN GENERAL DE AGRIETAMIENTOS EN TODO EL INMUEBLE.
- 3.- REINTEGRACIÓN DE PISOS DE BARRO EN EL INTERIOR DE NAVE Y PANTEÓN.
- 4.- REINTEGRACIÓN DE APLANADOS EN MAL ESTADO, DEJANDO AQUELLOS QUE SE ENCUENTREN CONSOLIDADOS DE ORIGEN.
- 5.- REINTEGRACIÓN DE CUBIERTA DE MADERA Y TEJA, RESPETANDO LA FORMA Y SISTEMA CONSTRUCTIVO USADO.
- 6.- REINTEGRACIÓN DE PUERTAS Y VENTANAS DE MADERA EN ACCESOS DE NAVE Y SACRISTÍA.
- 7.- REINTEGRACIÓN DE PUERTAS DE HERRERÍA EN ÁREA DE PANTEÓN.
- 8.- REINTEGRACIÓN DE PINTURA A LA CAL EN LA GENERALIDAD DEL INMUEBLE.
- 9.- RECUPERACIÓN DE ORNATOS, CORNISAS Y MOLDURAS EN TEMPLO, TORRE Y PANTEÓN FAMILIAR.
- 10.- REINTEGRACIÓN DE CORO DE MADERA.
- 11.- REINTEGRACIÓN DE BÓVEDA CATALANA EN

<sup>9</sup> Dictamen Técnico, respecto al inmueble que ocupó la ex Hacienda denominada "La Providencia" en el Municipio de Acapulco Gro., elaborado por el Arq. Marco Antonio Romero Torralba del área de Monumentos Históricos del centro INAH, Guerrero. 19 de abril del 2006.

## SACRISTÍA. 12.- REINTEGRACIÓN DE BARANDALES DE DELIMITACIÓN EN ÁREA DE PANTEÓN. 13.- ACCIONES DE LIMPIEZA.

Fotos 1 y 2 del inmueble antes de la intervención del año 2007 – 2008. Fuente: Reporte INAH



Fotos 3 y 4 del inmueble después de la intervención del año 2007 – 2008. Fuente: David Nava Díaz



### Segunda intervención.

Posteriormente a la intervención realizada en los años 2006 y 2008, las condiciones físicas de la capilla y panteón familiar, se deterioraron de manera considerable, debido a varios factores, entre ellos:

Falta de entrega física de los trabajos a las comunidades respectivas, sea de carácter comunal o municipal, con una falta de uso como destino final, que pudiera permitir tener un mantenimiento constante, y que el uso cotidiano, permitiera que las mismas condiciones de uso, permitiera una habilitación de los espacios utilitarios más constante y la verificación de las condiciones físicas, pudiera realizarse de manera frecuente.

Falta de calidad en los trabajos, como se verá más adelante, en el dictamen que se realizó para poder formar el expediente respectivo, para poder realizar un trabajo de rescate nuevamente. En uno de los casos más evidentes de la falta de carácter formal en la intervención, la cubierta del coro, se desplomó por peso propio, lo que tuvo como error principal, la falta de soporte y sujeción adecuada, por lo que la cantidad de carga que soportó todo el elemento, colapsó de manera irreversible, dejando sin posibilidad de tener una reparación sencilla, que los usuarios del inmueble pudieran realizar.

Falta de puesta en valor de las instalaciones y patrimonio cultural, éste inmueble es un legado muy importante del patrimonio del estado de Guerrero, que no ha tenido la valoración real en la historia jugada y los acontecimientos que aquí se gestaron, se ha mencionado la importancia de la actividad productiva que la hacienda tuvo desde su inicio y los hechos históricos relevantes que han determinado varias etapas históricas del estado; aun así, la condición y la certeza legal en las que se mantienen las condiciones de los vestigios históricos, hacen que ya de por sí su condición vulnerable se vea amplificada.



A raíz del conocimiento de las condiciones físico estructurales en las que se encontraba el sitio histórico, se trabajó desde la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Guerrero, en la elaboración de un proyecto de rescate, que tuviera como finalidad, la protección del inmueble, gracias a un proyecto de colaboración con la SEDESOL y con la autorización del INAH Guerrero, para lo cual se desarrollaron los proyectos respectivos. La parte de SEDESOL, fue un análisis de información preliminar y el Proyecto para la licencia del INAH, fue más a detalle.

Fotos 5 y 6 del inmueble antes de la intervención del año 2016. Fuente Said Arturo Castro Luna



Fotos 7 y 8 del inmueble después de la intervención del año 2016. Fuente David Nava Díaz



Las condiciones en que se puede apreciar el monumento histórico, fueron de un mejoramiento sustancial, tanto en el aspecto visual, sino también en la protección contra la humedad y el deterioro, sobre todo el de proteger la cubierta de un deterioro mayor.

### **Condición actual debido a los daños ocasionados por el sismo del 7 de septiembre del año 2021**

El día 7 de septiembre de 2021, se registró un sismo de gran magnitud con epicentro en el puerto de Acapulco, que afectó la condición física estructural de la capilla familiar. Algunas de las características del sismo de acuerdo al Servicio Sismológico Nacional, obtenidas de su sitio oficial<sup>10</sup> se presentan a continuación:

<sup>10</sup> [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20210907\\_Guerrero\\_M71.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX_rep_esp_20210907_Guerrero_M71.pdf)

## Información general

El día 7 de septiembre de 2021 el Servicio Sismológico Nacional reportó un sismo con magnitud 7.1 localizado a 11 km al sureste de Acapulco, en el estado de Guerrero. El sismo, ocurrido a las 20:47 (hora del centro de México), fue sentido en los estados de Guerrero, Morelos, Puebla, Michoacán, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato, Estado de México y Ciudad de México. Las coordenadas del epicentro son 16.82 latitud N y 99.78 longitud W y la profundidad es de 10 km (Figura 1).



Figura 1. Epicentro del Sismo

**Servicio Sismológico Nacional | IGEF - UNAM, México**  
Reporte especial: Sismos del 7 de septiembre de 2021, Guerrero (M 7.1)  
Fecha de actualización: 24 de septiembre de 2021.

## Abandono.

Una de las causas que el inmueble tuviera daños considerables, ha sido el abandono en el que se encuentra, desde que se realizaron los trabajos de mantenimiento preventivo, por parte de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UAGro; no se ha dado ninguna acción de mejora al inmueble, por lo que la evidencia del abandono, lo notamos en el deterioro de la pintura en la mayoría de los elementos intervenidos, muros, tumbas, escaleras y demás elementos. De la misma manera la humedad ha ido avanzado de manera inexorable ante la falta de limpieza, por lo que se presenta evidencia de flora nociva y de hongos en gran cantidad de muros. En algunos puntos del inmueble, se nota la presencia de excremento de ganado caprino, lo que indica que la falta de protección al inmueble y descuido por parte de la población es evidente, ya que en una propiedad aledaña cuenta con dicho ganado y es evidente que les sirve como especie de guarda de sus animales en el espacio destinado a la sacristía (ver fotografías 9 y 10).





Fotos 9 y 10. Evidencia del abandono del inmueble. Fuente: David Nava Díaz

### **Daños por sismo.**

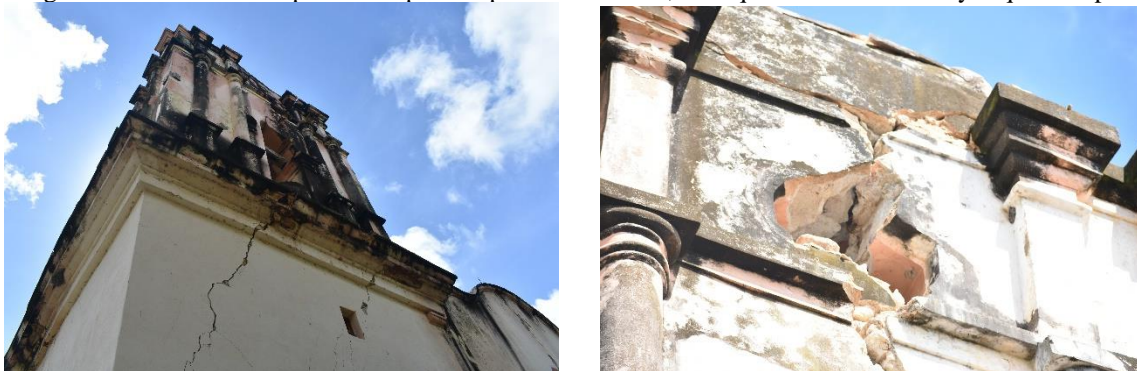
Los efectos del sismo en el inmueble, se notan de manera principal en la estructura de la torre, la cual desde las intervenciones previas se había dejado sin continuidad estructural y sin una consolidación que le permitiera transmitir los esfuerzos de manera correcta a su sistema de apoyo.

La composición de la torre, está integrada por cuatro secciones, siendo la primera, la parte sólida y portante fundamental; la segunda y tercera contiene la parte del campanario y está compuesta por elementos de columnas adosadas con remates de cornisas, más esbeltas en la segunda sección y menos esbeltas en la tercera; y la última sección contiene una cúpula que remate de manera general el cuerpo de la torre.

Bajo este esquema de trabajo mecánico estructural, en la nivelación que se realizó en el mes de noviembre del año 2020, se notaba una ligera grieta en el primer cuerpo por la cara este de la torre, que iniciaba a la mitad y corría en forma casi diagonal, sin presentar problemas graves.

En el caso de la sección 2 y 3 del cuerpo de la torre, si se notaba un patrón repetitivo de agrietamiento, que indicaban, lo que se ha mencionado, la falta de cohesión y consolidación de esa parte del cuerpo de la torre.

De acuerdo a las fotos 5.3z y 5.3x, se aprecia que la tendencia de agrietamientos fue muy notoria en la forma en cómo se vio afectado todo el cuerpo de la torre, de manera notoria hasta la afectación de la cúpula. La falta de integración en un solo cuerpo en esta parte superior de la torre, hizo que el daño fuera mayor que lo esperado.



Fotos 11 y 12 Vista de los daños a la parte superior de la torre. Fuente: David Nava Díaz.

A pesar de lo evidente del daño a la parte superior de la torre, en el caso del primer cuerpo de la torre el daño resultó mayor y con un comportamiento errático de la parte superior, lo que provocó que se magnificara en la parte de la esquina sur de la primera sección del cuerpo de la torre.

Las fallas en la primera sección del cuerpo de la torre, se evidencian con grietas diagonales desde el punto de apoyo de la segunda sección del cuerpo de la torre y marcaron una tendencia de agrietamientos de falla considerables. Se aprecia como si la torre hubiera definido todo su esfuerzo hacia esta esquina de la torre.

Existen daños en los muros laterales de la nave, que están determinados por el debilitamiento del sistema de confinamiento que lograban las gualdras de madera y la misma cubierta. El sistema se debilitó y dejó a los muros expuestos a los esfuerzos producidos por el movimiento dinámico de las ondas sísmicas.



Fotos 13 y 14 Vista de los daños a nave de la capilla familiar. Fuente: David Nava Díaz.

El sistema de la cubierta colapsó de forma parcial y solamente se mantiene una sección, debido seguramente a que la madera de soporte no estaba en tan malas condiciones. Se puede decir que solamente se mantiene por los soportes que tiene, pero ya no cumple ninguna función estructural.

De la misma manera colapsó el murete que delimitaba la escalera que conduce a la torre, seguramente por el debilitamiento que este elemento tenía por el exceso de humedad.

Se presentan algunas grietas importantes en la unión de la fachada con la torre, que también marcan la influencia del esfuerzo que provocó la torre sobre todo el cuerpo de la capilla.

### Comentarios Finales

El caso de estudio, merece una reflexión detallada, ya que se tiene evidencia de las dos últimas intervenciones, encaminadas a preservar en buenas condiciones el inmueble.

Dichas intervenciones se diferencian de manera notoria por dos aspectos; los alcances de los trabajos con la consecuencia de que la primera fue una intervención correctiva y la segunda, preventiva; y el tipo de organismo que la intervino, por un lado, la empresa particular y por otro, la Facultad de Arquitectura de la UAGro.

A pesar de encontrar evidencias de fallas graves en los procesos constructivos, que llevaron al colapso del coro de la capilla y la mala consolidación de los cuerpos superiores de la torre, la primera intervención tuvo la posibilidad de que la comunidad pudiera hacer uso del inmueble para alguna actividad específica, pero nunca se entregó físicamente el inmueble a las autoridades comunales, lo que originó nuevamente el abandono.

En la segunda intervención, solo se alcanzó a darle una protección menor al inmueble, sin tener la posibilidad de que el inmueble pudiera ser destinado a la realización de actividad alguna, por lo que la condición de abandono se mantuvo y nunca se apoyó la posibilidad de terminar la etapa final de la intervención, que pudiera dejar en condiciones ideales de uso.

En el caso de las dos intervenciones, se tuvo el mismo resultado de dejar en la imposibilidad de usar de alguna manera el inmueble, en la primera por falta de entrega recepción de los trabajos a las autoridades comunales y en la segunda por falta de presupuesto que pudiera dejar en completo rescate al inmueble.

Bajo estas condiciones de abandono, el deterioro del inmueble, era evidente, y se pudo constatar que se volvió más vulnerable a los daños que pudieran ser provocados por movimientos sísmicos, sobre todo por la humedad excesiva, debido a las filtraciones de las épocas de lluvias tan intensas que se tienen en la región.

Esta vulnerabilidad, provocó que las condiciones del inmueble, a pesar de haber tenido dos intervenciones para reparar su condición físico estructural, estén en peor estado de estabilidad que antes de dichos trabajos de rescate, y queda evidencia de ello, que la torre del campanario de la capilla, tiene graves daños en su primer cuerpo.

La enseñanza que nos deja este caso, es que no necesariamente el dar mantenimiento a un inmueble histórico, determina su conservación, sino que entra en juego la colaboración de las personas del medio local, para que se involucren en la apropiación del sitio o inmueble histórico y que por más rescates que se realicen, estos esfuerzos

serán infructuosos si no participan los actores locales y se determina un uso específico y un partida presupuestal para dar un constante mantenimiento al inmueble.

### Referencias

Carmona, Doralicia. Memoria Política de México.

“Descripción de la hacienda La Providencia”, sin autor, principios del siglo XX, en archivo familiar de la señora Blanca Heredia de Solís, descendiente de Juan Álvarez. *Tomado de la Biblioteca Jurídica Virtual del Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Dirección de internet: [www.juridicas.unam.mx](http://www.juridicas.unam.mx)*

Dictamen Técnico, respecto al inmueble que ocupó la ex Hacienda denominada “La Providencia” en el Municipio de Acapulco Gro., elaborado por el Arq. Marco Antonio Romero Torralba del área de Monumentos Históricos del centro INAH, Guerrero. 19 de abril del 2006.

<http://www.encyclopediagro.org/index.php/indices/indice-cultura-general/1274-providencia-hacienda-de-la>

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/7/3116/17.pdf>

[http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20210907\\_Guerrero\\_M71.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX_rep_esp_20210907_Guerrero_M71.pdf)

## Estudio termográfico y numérico de los perfiles de temperatura en tuberías de cobre

M.I Omar Alejandro Jiménez Navarro, Dr. Josué Gómez Casas, M.I Oziel Gómez Casas, Dr. Jesús Salvador Galindo Valdés, M.C Carlos A. Martínez-Miwa, M.I Palmira Natzyeli García Amador, Ing. Federico Alberto Casas Baena, Félix Alan Montes González

**Resumen**—En este artículo se desarrolla el estudio de los perfiles de temperatura en tuberías de cobre. El proceso de experimentación se llevó a cabo con una resistencia eléctrica en forma de bobina alrededor de un tubo de cobre alimentada con voltaje variable. Los tubos seleccionados son de 2 longitudes: 7 y 11 cm. Las mediciones de las temperaturas se realizaron mediante una cámara infrarroja. La base de datos generada por la experimentación es utilizada para generar un modelo estadístico basado en el método de los mínimos cuadrados, a fin de representar de manera numérica una ecuación que aproxime y simule el fenómeno físico de los perfiles de temperatura.

**Palabras clave**—tuberías, cobre, termografía, modelo de regresión, mínimos cuadrados, simulación

### Introducción

El cobre es el metal más utilizado a nivel mundial, solo después del hierro y el aluminio, siendo el tubo de cobre uno de los productos no ferrosos más versátiles debido a que es óptimo para instalaciones de fontanería, gas y calefacción en los hogares. Simultáneamente, éste es un material al que se recurre en muy distintas aplicaciones industriales, como son la conducción de fluidos y el sector de la energía sostenible. Dada su elasticidad, el cobre se puede curvar en frío y adaptarse a casi cualquier estructura, no es inflamable ni emite gases tóxicos. De hecho, su buena conductividad térmica lo hace muy seguro en presencia de llamas, hasta el punto de ser usado para instalaciones contraincendios. Su resistencia al calor extremo se justifica por el alto punto de fusión, por lo que las tuberías no se deforman ante temperaturas muy altas y, además, presentan un excelente coeficiente de dilatación térmica; todo esto las convierte en idóneas para calefacciones y sistemas de agua potable.

Si se obvian los metales preciosos, el cobre es el mejor conductor de calor y electricidad, razón por la cual es uno de los principales materiales presentes en aplicaciones del sector energético. En las energías renovables es un elemento clave por varias razones: el reciclaje de cobre permite ahorrar energía y emisiones de CO<sub>2</sub>, mantiene intactas sus propiedades incluso después de reciclarlo varias veces y permite la soldadura, convirtiéndolo en un metal económico y perdurable (1, Chen et al., 2013, 3).

Raghavendra et al. se concentraron en el estudio de la eficacia y el rendimiento en tubos de cobre HPHE haciendo uso de agua desmineralizada en la tubería de calor. Los intercambiadores de tubos de calor se han empleado de muchas formas, en calderas, hornos y secadores, especialmente para la recuperación de energía en la industria, implementándose ampliamente en la calefacción de espacios, la refrigeración, el aire acondicionado, las centrales eléctricas, las plantas químicas, las plantas petroquímicas, las refinerías de petróleo y el tratamiento de aguas residuales (El Hage et al., 2020 y Raghavendra et al., 2021). El intercambiador de tubo de calor es cada vez más aprovechado en diferentes procesos tecnológicos debido a sus ventajas (alta conductividad térmica, bajo costo, bajo volumen, fácil fabricación, etc.) (El Hage et al., 2020).

El objetivo de este trabajo es establecer un estudio de los perfiles de temperatura en tuberías de cobre, mediante análisis numérico basado en termografía. Para los experimentos se usa una resistencia eléctrica enrollada a los tubos de cobre la cual es alimentada con voltaje variable para lograr la medición de las temperaturas sobre su superficie. Las mediciones de los perfiles de temperatura se efectuaron con una cámara termográfica. La base de datos generada por la experimentación es utilizada para desarrollar un modelo estadístico basado en el método de los mínimos cuadrados, con el propósito de representar de manera numérica una ecuación que aproxime y simule el fenómeno físico de los perfiles de temperatura. Es decir, la implementación de un análisis numérico permite predecir los perfiles de temperatura en los tubos de cobre a partir de los datos experimentales tomados por la cámara termográfica.



### Metodología

El proceso de experimentación se llevó a cabo con una resistencia eléctrica en forma de bobina alrededor de un tubo de cobre. Los tubos seleccionados son de 7 y 11 cm, respectivamente. La resistencia eléctrica está compuesta por una aleación conocida como NICROM, que contiene un 80 % de Níquel y 20% de Cromo. Para ambos casos, el alambre tiene una longitud de 59 cm en calibre 22 con una resistencia de 2.8 ohm, obteniendo un total de 11 vueltas que conforman la bobina respecto al tubo. Asimismo, se utilizó una cinta compuesta de PVC como aislante eléctrico entre el tubo y el alambre, permitiendo evitar el contacto entre ellos y minimizar el riesgo de un corto circuito.

Para alimentar la resistencia eléctrica, se empleó una fuente de poder de corriente directa variable de 0 a 30 volts y 10 amperes de la marca POWERBES. Las pruebas efectuadas sólo se llevaron a cabo en voltajes tales como 3, 5 y 8 volts. La fuente cuenta con un display que muestra el consumo eléctrico en amperes y la potencia en watts. En cada prueba fue posible medir la temperatura mediante una cámara infrarroja de la marca FLIR. Las mediciones se tomaron en grados centígrados en el punto central y en el extremo del tubo en 3 intervalos de tiempo: 30, 60 y 90 segundos. En la Figura 1 se ilustra el diagrama experimental de este trabajo.

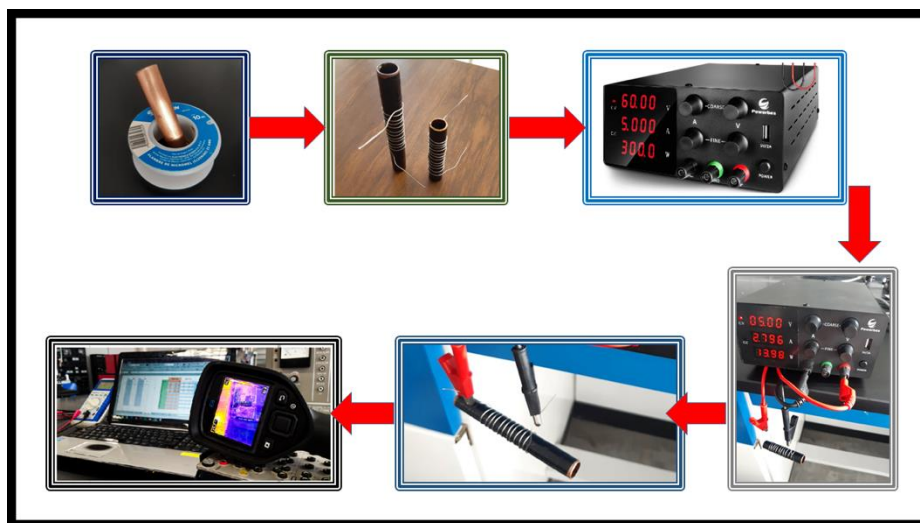


Figura 1. Diagrama experimental.

### Análisis de resultados

A continuación, se presentan los experimentos desempeñados, en los que se tomó la temperatura a distintos voltajes y tiempos y con una longitud de 7 y 11cm en los tubos de cobre; cada configuración del experimento se ejecutó dos veces. Los promedios de los resultados conseguidos se exhiben en el Cuadro 1

Cuadro 1. Promedio de las réplicas de los datos generados durante los experimentos.

v	t	T <sub>7cm</sub>	T <sub>11cm</sub>
3	30	36.95	32.05
3	60	50.25	39.65
3	90	58.45	46.05
5	30	49.5	63.25
5	60	67.95	93.1

5	90	85.3	116
8	30	74.95	59.25
8	60	116	86.4
8	90	137.5	110

### Implementación de modelos de regresión por el método de los mínimos cuadrados

Los modelos propuestos se estimaron con la media de las réplicas de cada experimento a partir de los resultados enlistados en la Tabla 1.

Se propone un modelo de regresión con una ecuación de potencias, como el mostrado en la ecuación 1, para el estudio de la temperatura en función del voltaje y del tiempo y tomando la longitud de 7cm de la barra de cobre, donde:

$$T = \text{Temperatura } (^{\circ} C) \quad v = \text{voltaje} \quad t = \text{tiempo (min)}$$

$$T = a_0 v^{a_1} t^{a_2} \rightarrow \ln(T) = \ln(a_0) + a_1 \ln(v) + a_2 \ln(t)$$

Ec. 1. Ecuación de potencias

Mediante las propiedades de los logaritmos naturales podemos linealizar la ecuación 1 (Chapra y Canale, 2010 y Nakamura, Weiss, 1997 y Montgomery, 2004). Para una regresión múltiple, las ecuaciones de potencias linealizadas son las más útiles en el caso de que se tengan que ajustar datos experimentales, como se observa a continuación:

$$S_r = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n [\ln(T_i) - \ln(a_0) - a_1 \ln(v_i) - a_2 \ln(t_i)]^2$$

Ec. 2. Suma de errores cuadráticos

En cuanto a la determinación de los valores de los coeficientes, se deriva la expresión de la ecuación 2 con respecto a cada uno de los coeficientes, recordando que  $\frac{\partial S_r}{\partial a_0}$ ,  $\frac{\partial S_r}{\partial a_1}$ ,  $\frac{\partial S_r}{\partial a_2}$  se igualan a cero, esto con la intención de minimizar el error entre los datos medidos y los calculados con la función. Una vez estimados los parámetros, se tiene el siguiente modelo:

$$T = 2.6652v^{0.8127}t^{0.4907}$$

Ec. 3. Modelo de regresión para barra de cobre de 7cm

Con respecto a los tubos de 11 cm de cobre, se propone un modelo de superficie cuadrática ya que tiene una mejor aproximación a los datos que un modelo de potencias, obteniendo por resultado:

$$T = -130.7588 + 63.2451v + 0.3157t - 5.5244v^2 - 0.0022t^2 + 0.112vt$$

Ec. 4. Modelo de regresión para barra de cobre de 11cm

En seguida se muestran los análisis estadísticos de cada modelo en donde, para el modelo de potencias, se realizaron los cálculos sobre la versión no linealizada en la ecuación 4.



Cuadro 2. Aspectos estadísticos de las regresiones

Modelo	Cobre	
	7cm	11cm
Coefficiente de correlación múltiple ( $r$ )	0.98988	0.98720
$r^2$	0.97986	0.97456
$r^2_{ajustado}$	0.97315	0.93215
Error típico	5.4124	8.0218
Observaciones (n)	9	9

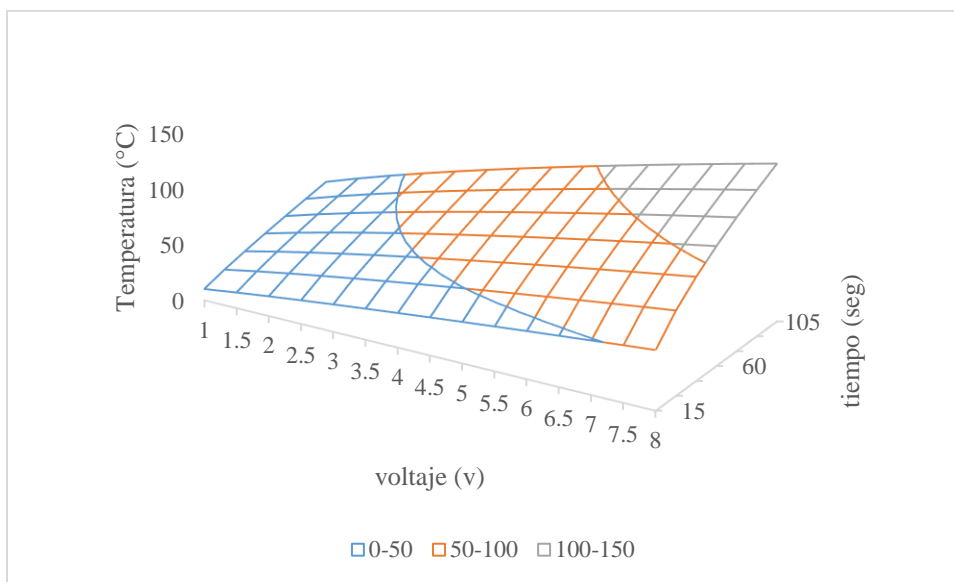


Figura 2. Superficie de respuesta de la barra de cobre de 7cm.

Se aprecia que para las barras de 7 cm la temperatura mantiene una tendencia lineal en función el tiempo y del voltaje, como se muestra en la Figura 2. En relación con las barras de 11 cm de longitud se advierte que, a partir de los 6 y 6.5 volts, para cualquier valor de tiempo existe una caída en la temperatura después de llegar a su máximo nivel de temperatura, tal como se observa en la Figura 3. Además, es importante destacar que el voltaje, el tiempo y la interacción de estas dos variables afectan significativamente la temperatura para ambas longitudes, 7 y 11cm.

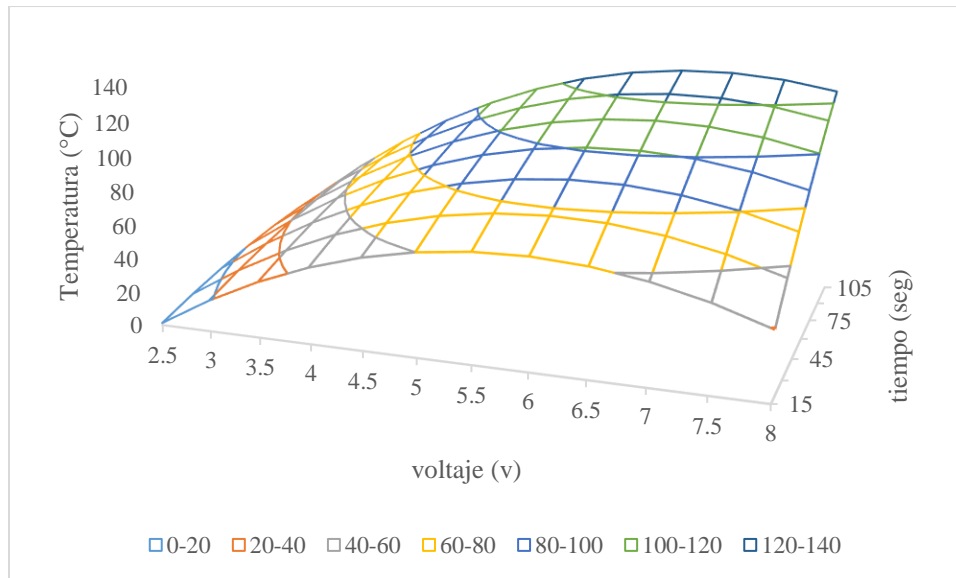


Figura 3. Superficie de respuesta de la barra de cobre de 11 cm.

### Conclusiones

- En el modelo de la barra de 7 cm de cobre se obtienen resultados coherentes para  $t > 0$  y  $v > 0$ , mientras que para la regresión de la barra de 11 cm se consiguen resultados confiables a partir de los 13 segundos y  $v > 2.5$ .
- Con base en los modelos elegidos, la correlación múltiple entre las variables es superior al 98% en todos los casos.
- De acuerdo al coeficiente de determinación  $r^2$ , se establece que los modelos propuestos son fuertes, ya que son capaces de describir al menos el 96.954% de la incertidumbre del fenómeno.
- En los tubos de cobre, según el  $r^2_{ajustado}$ , las variables contempladas ocupan el 97.315% de la efectividad del modelo para el tubo de 7cm, y 93.215% para el de 11 cm. Esto sugiere la existencia de algunos otros factores que impactan en los restantes 2.685% y 6.785% del fenómeno, respectivamente.
- Los modelos de regresión tienen un error de estimación de  $\pm 5,4124^\circ\text{C}$  hasta  $\pm 8,02184^\circ\text{C}$ , según lo expuesto en el Cuadro 2.

### Referencias

- Aluminio: Un Material Sostenible y Protagonista En La Economía Circular | Alsimet Available online: <http://alsimet.es/es/noticias/aluminio-sostenible-economia-circular> (accessed on 4 November 2021).
- Tuberías de Cobre: Las Ventajas de Su Uso | Alsimet Available online: <http://alsimet.es/es/noticias/tuberias-de-cobre-ventajas> (accessed on 4 November 2021).
- Chapra, S. y Canale, R. Métodos numéricos para ingenieros. Sexta edición. Mc Graw Hill Interamericana Editores. 2010.
- Chen, B.X.; Chen, K.; Liang, Z.Y.; Yao, J.S.; Zhang, L.T.; Shan, A.D. Friction stir welding of aluminum alloy and copper dissimilar pipes of thin wall and small diameter. In Proceedings of the 1st International Joint Symposium on Joining and Welding; Fujii, H., Ed.; Woodhead Publishing, 2013; pp. 249–254 ISBN 978-1-78242-163-4.
- El Hage, H.; Ramadan, M.; Jaber, H.; Khaled, M.; Olabi, A.G. A Short Review on the Techniques of Waste Heat Recovery from Domestic Applications. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 2020, 42, 3019–3034, doi:10.1080/15567036.2019.1623940.
- Montgomery, D. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición. Editorial Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores. 2004.

Nakamura, S. y Weiss, M. Análisis numérico y visualización gráfica. Primera edición. Prentice-Hall-Hispanoamericana.1997.

Raghavendra, C.R.; Hasavimath, K.; Naik, K. Study on Effectiveness of Heat Pipe Heat Exchanger with Copper Tube Cylinders. Materials Today: Proceedings 2021, 39, 800–804, doi:10.1016/j.matpr.2020.09.652.

### *Notas Biográficas*

El **M.I Omar Alejandro Navarro Jimnez** es profesor de la Universidad Autónoma de Coahuila en la Facultad de Ingeniería, tiene maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales. Tiene conocimiento y experiencia en diseño de sistemas de control y aplicaciones de sistemas termicos y de refriferación.

El **Dr. Josué Gómez Casas** es profesor de tiempo completo de la Universidad Autónoma de Coahuila, su línea de generación y aplicación de conocimiento se basa en sistemas de control lineal y no lineal, sistemas en tiempo discreto, modelado y control de sistemas basado en datos, control de robots y de sistemas mecánicos.

El **M.I Oziel Gómez Casas** es profesor de la Universidad Autónoma de Coahuila en la Facultad de Ingeniería, tiene maestría en Ingeniería Mecánica con Acentuación en Materiales. Tiene conocimiento y experiencia en diseño mecánico y estructural, análisis de experimentos para investigación científica y aplicada en modelado matemático para realizar pronósticos de fenómenos físicos, así como optimización de parámetros de procesos.

El **Dr. Jesús Salvador Galindo Valdés** es profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Su línea de investigación se basa en el desarrollo de recubrimientos cerámicos bioactivos sobre superficies metálicas por medio de tecnología láser Nd: YAG. Además, está vinculado en proyectos de investigación con modelados de sistemas físicos, que contribuyen eficazmente para el sector industrial de la región.

El **M.C Carlos A. Martínez-Miwa** es profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Su línea de investigación se basa en el desarrollo de aplicaciones basadas en visión por computadora y aprendizaje profundo.

La **M.I Palmira Natzyeli García Amador** es profesora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Coahuila. Su línea de investigación se basa en el desarrollo en ingeniería de la metalurgia.

El **Ing. Federico Alberto Casas Baena** es ingeniero mecánico administrador y actualmente estudiante de la maestría en ingeniería mecánica con acentuación en materiales de la Universidad Autónoma de Coahuila.

El **M.I Félix Alan Montes González** es estudiante del doctorado en ciencias de la ingeniería del Instituto Tecnológico de Saltillo.

## Hongos y PET: Una Relación de Adaptación

Dra. Leticia Guadalupe Navarro Moreno<sup>1</sup>, Pasante de la Licenciatura en Ciencias Químicas Luis Felipe Collado<sup>1</sup> y Dr. Cirilo Nolasco Hipólito<sup>2</sup>

**Resumen**—En este artículo se reporta una parte del trabajo desarrollado al observar una muestra de un degradado químico de polietilentereftalato (PET). Se sabe que la contaminación es un proceso que ya forma parte de nuestra vida cotidiana y que, desgraciadamente muchas generaciones la toman como algo normal. El plástico genera toneladas de residuos que al no ser bien dispuestos generan graves problemas al ecosistema. Basta escuchar noticias diarias relacionadas con el daño a las especies, especialmente a las marinas. Uno de los esfuerzos por tratar de eliminar estos residuos es su reciclamiento. Dentro de este proceso se encuentra la degradación. A partir de un degradado alcalino se observó crecimiento microbiano y a partir de ello se estableció como objetivo el aislamiento y la identificación de especies microbianas empleando metodologías microbiológicas y de biología molecular. Como resultados se lograron aislar e identificar varios microorganismos, en su mayoría hongos. Estos fueron identificados y con ellos se han iniciado una serie de estudios tendientes a dilucidar como desarrollan capacidad para adaptarse al degradado de PET como única fuente de carbono. En este trabajo se muestran los microorganismos identificados y sus características.

**Palabras clave**—Polietilentereftalato, contaminación, microbiología, microorganismos.

### Introducción

Actualmente, en todo el mundo, existe una problemática importante por la contaminación del agua, el aire y el suelo, ocasionada en gran medida, por los grandes volúmenes de residuos que se generan diariamente y que reciben escaso o nulo tratamiento adecuado. Esta situación se agrava porque la basura, que está conformada por residuos de composición muy variada, generalmente se junta y se mezcla durante las labores de recolección lo que dificulta su manejo final.

Recientemente el informe *Solving Plastic Pollution Through Accountability* informa que, a nivel mundial, se desperdicia el 75 % de los plásticos que se producen. Además, se estima que cada año en promedio 8 millones de toneladas de estos residuos llegan a los diversos mares del mundo trayendo consigo problemas a más de 270 especies marinas, muchas de las cuales terminan enredadas en estos desechos; además de que más de 240 especies han ingerido estos plásticos a través de su alimentación y el agua (World Wildlife Fund, 2019).

Otro problema de la contaminación con desechos plásticos vertidos en el mar se relaciona con su fragmentación. Cuando eso sucede, se pueden generar varios fenómenos, el primero es su fragmentación y el segundo su acumulación en el fondo marino. De esta forma podrían ser confundidos por los peces quienes los utilizarán como alimento incluyéndolos de esta forma, en la cadena alimenticia (ecoosfera, 2020). Se estima que solo en el océano atlántico, en el agua suspendida y en los 200 metros superiores se encuentran entre 11.6 a 21.1 millones de toneladas de microplásticos de polietileno, poliestireno y polipropileno (Pabortsava y Lampitt, 2020).

La contaminación de los plásticos en el medio ambiente ha dado lugar a la producción de microplásticos como efecto secundario. Los microplásticos se definen como fragmentos de plástico de menos de 5 mm. Los nano plásticos son incluso más pequeños, con un diámetro de menos de 0.05 mm. En estudios recientes se ha detectado, en humanos, la presencia de microplásticos. Lo anterior se basó en el estudio de 47 muestras de tejido humano (corporal, cerebrales, pulmonar, de hígado, de tejido adiposo, de bazo y de riñones) por espectrometría de masas, mismos que presentaron monómeros de diferentes polímeros sintéticos mejor conocidos como plásticos (The American Chemical Society, 2020).

En México el Anuario Estadístico de la Industria Química (ANIQ) reporta la producción, la importación, la exportación y el consumo aparente del polietilentereftalato (PET) entre los años 2010 y 2019. La producción desde el año 2010 se mantuvo de manera constante en 1 000 000 de toneladas, mientras que la importación tuvo un aumento de 91 000 toneladas desde el año 2019. La exportación aumento 135 000 toneladas y en relación con el consumo aparente hubo una disminución de 112 000 toneladas en el año 2019 con respecto al 2010. Estos datos dan fe del papel que ha adquirido este material en nuestras vidas y por ello los problemas ambientales que se han ocasionado a lo largo de su aparición en el mercado mexicano.

A nivel mundial México se encuentra entre los países que más desechos de PET producen, principalmente por el alto consumo de refrescos y agua embotellada. En el año 2017 México se colocó a nivel mundial en la segunda

<sup>1</sup> La Dra. Navarro Moreno es Profesor Investigador de Tiempo Completo Titular “B” y responsable del Proyecto “Proteínas de estrés” de la Universidad del Papaloapan, Campus Tuxtepec. Oaxaca, México. [navarroleticia483@gmail.com](mailto:navarroleticia483@gmail.com). Autor corresponsal.

<sup>2</sup> El Dr Cirilo Nolasco Hipólito es experto en microbiología y trabaja en la Licenciatura en Alimentos de la Universidad del Papaloapan, campus Tuxtepec..

posición en consumo de botellas de PET, en promedio se generan 200 botellas de PET por cada habitante en el país, hoy en día se producen 300 000 000 de toneladas de plástico de las cuales solo se llega a reciclar el 3% (Santillán, 2018; Trochillero, 2018).

Aun siendo México un país en donde se llevan a cabo actividades como acopio y reciclaje de PET, en todo el país solo se recicla el 56% de las botellas generadas, con excepción de la ciudad de México en donde se recicla el 90% (López, 2019). Ello indica que el resto de PET se encuentra disperso sin tener un procesamiento posconsumo, y que a su vez al llegar a los mares podría generar la formación de microplásticos por fragmentación mecánica en los mares. Como consecuencia de ello se ha reportado su existencia el estómago de peces en las regiones del Golfo de Baja California Sur, el Golfo de México, Veracruz y en la región del mar Caribe en el Puerto de Morelos (Reyes et al., 2019). Lo anterior indica que en México se produce más plástico del necesario y como consecuencia se generan toneladas de basura, que se convierten en un grave problema de contaminación al no poseer, nuestro país, un buen sistema de manejo de residuos.

## Descripción del Método

### *Reciclamiento y degradación del PET.*

La degradación resulta un proceso generalmente irreversible que ocasiona un cambio (aunque sea mínimo) en la estructura de un material y que se caracteriza por la pérdida de sus propiedades. Esto puede ocurrir mediante la acción de diversos fenómenos como el calor, la humedad, la radiación solar o de manera enzimática (Gutiérrez, 2013).

La degradación de un material sintético como el plástico es un proceso complejo causado por el rompimiento de determinados enlaces químicos originando variaciones tanto físicas como químicas, mismas que se traducen en cambios característicos que se pueden observar a simple vista (Gutiérrez, 2013).

En el caso de la degradación de polímeros sintéticos como el PET, esta consiste en romper las cadenas del polímero y formar derivados más cortos que puedan descomponerse o desecharse de manera más fácil. Cuando los fragmentos son degradados y usados como fuente de carbono para la producción de energía por microorganismos, el proceso se denomina biodegradación y el material se considera biodegradable (Yepes, 2014). En nuestro laboratorio se llevó a cabo una degradación química de PET. La degradación química es un proceso originado por las reacciones que pueden llevarse a cabo entre algunos reactivos químicos y los polímeros dando como productos diversos compuestos originales o cadenas más cortas del mismo polímero (Posada 2012). Dentro de estas reacciones se encuentra: a) la hidrólisis, que puede ser ácida, neutra o básica, generando ácido tereftálico y etilenglicol, b) la glicolisis, en donde se generan oligómeros, y c) metanolisis en la que los productos son etilenglicol y dimetil tereftalato. En nuestro caso llevamos a cabo una degradación alcalina generando como producto principal el tereftalato de potasio. Esa degradación se guardó en un frasco de cristal por varios meses y se observó el crecimiento de algunas formas. Al llevar a cabo una observación microscópica se pudo comprobar que había estructuras miceliales.

### *Parte experimental.*

#### **Aislamiento de los hongos crecidos en un degradado químico de PET**

Se tomó una muestra del conglomerado de la solución del degradado de PET realizado en el laboratorio de Bioquímica, el cual tenía un valor de pH igual a 12 y como componente en el medio al tereftalato de potasio, y se sembró en medio de cultivo Agar Papa Dextrosa (PDA). Este se llevó a cabo en una campana de flujo laminar en condiciones de esterilidad por la técnica de picadura procurando no contaminar la muestra con otros hongos, bacterias o levaduras que se encontraran en el ambiente. Se incubó a 37°C y se observó su crecimiento cada 24 h registrando sus características morfológicas (tamaño, color de las colonias, tiempo de desarrollo, etc.).

#### **Identificación de los hongos.**

La primera identificación consistió en el análisis de sus características macroscópicas (coloración, morfología, pigmentación, tipo de micelio) y microscópicas (tipo de esporas, hifas y coloración) que presentó cada hongo obtenido. Esta identificación se inició sembrando las muestras aisladas en cajas Petri con medio sólido SDA 4% y se dejó incubar a 30°C por un lapso de 48 h. Cuando crecieron, se tomaron muestras y se analizaron bajo un microscopio y las observaciones fueron comparadas con la información contenida en la literatura especializada.

La segunda identificación se realizó por la técnica de MALDI-TOF el cual consistió en un análisis proteico generado de los hongos aislados y se realizó la comparación en una base de datos. Para la realización de esta identificación, se tomó una muestra de los hongos obtenidos y se sembraron en 10ml de medio líquido SDA, se incubaron con agitación por 24 h. Se dejó reposar y con una pipeta de transferencia se retiró el caldo obteniendo así el hongo precipitado, se colocó en tubos Eppendorf de 1.5 ml y se centrifugó a 14000 rpm por dos minutos, se retiró el sobrenadante y se realizó un lavado a la muestra con agua miliQ, se colocó en un vortex durante un minuto y se repitió el lavado. Posteriormente, la muestra se centrifugó a 13000 rpm por un tiempo de dos minutos, se retiró el

sobrenadante, se lavó la muestra una vez más, pero en esta ocasión utilizando agua grado HPLC, se colocó en el vortex nuevamente por un minuto y se centrifugó por dos minutos a 13000 rpm. Con ayuda de una pipeta y una punta con filtro se procedió a retirar el excedente de agua y se dejó secar la muestra. Una vez que la muestra se secó se le adicionó 300  $\mu$ l de agua grado HPLC, se colocó en el vortex durante un minuto, se adicionaron 900  $\mu$ l de EtOH grado HPLC, se agitó y se llevó a centrifugar a 13000 rpm por dos minutos, se removió el sobrenadante y se colocó a baño maría a una temperatura de 65°C obteniendo un mejor secado de la muestra. Una vez que se tuvo la muestra seca, se adicionaron 40  $\mu$ l de ácido fórmico al 70%, se dejó reaccionando la muestra con el ácido por 15 minutos, luego de este, se agregó el mismo volumen de acetonitrilo y se dejó reaccionar por 15 minutos, se colocó en el vortex por un minuto y se centrifugó a 13000 rpm por dos minutos. Una vez que se realizaron todos estos pasos, se procedió a realizar el análisis. Para la realización del análisis se colocó 1  $\mu$ l de sobrenadante en uno de los pocillos de la placa MALDI-TOF y se dejó secar. Una vez que la muestra estuvo seca se adicionó una matriz orgánica ácido  $\alpha$ -ciano-4-hidroxi-trans-cinámico (HCCA) que fue el encargado de proteger la muestra y facilitar su ionización, después la placa metálica se colocó en el MALDI-TOF y se llevó a cabo la ionización de la muestra realizando su análisis con base en la relación masa/carga (m/z) y el tiempo de vuelo de la muestra y de esta manera se generó su espectro de masas compuesto.

La tercera identificación se realizó por el método de Sanger. Con este método enzimático se determinó la secuencia de DNA. La cuantificación fue llevada a cabo en el equipo NanoDrop el cual proporciona la concentración que hay en la muestra (para la PCR se requieren de 10 a 100 ng de la muestra). Se llevó a cabo la realización de una PCR de punto final. Se realizó una purificación en la que se eliminaron los residuos que contenía la muestra para que no interfirieran en el análisis. Se comprobó la integridad del ADN con una electroforesis en gel de agarosa conociendo de esta manera la calidad y cantidad del ADN que se obtuvieron de las muestras (para la secuenciación se requirieron fragmentos de entre 150 hasta 500 pares de bases). Para la realización de secuenciación del DNA, la muestra fue incorporada en los tubos del equipo junto con el cebador, los cuatro desoxirribonucleótidos trifosfatos (dTPH), la enzima polimerasa y el didesoxirribonucleótido trifosfato (ddNTP) que son distintos en cada tubo del equipo y los que generaron los fragmentos de distintas longitudes con un marcaje fluorescente que fue el encargado de la detección del ADN durante la electroforesis. Con estos resultados se realizó la identificación en una base de datos.

### Resultados.

La figura 1 muestra el conglomerado encontrado después de varios meses de crecimiento en el medio alcalino que contenía polietilentereftalato, mismo que fue utilizado como fuente de carbono por este consorcio microbiano. Se puede observar su aspecto algodonoso y de color oscuro en el centro y blanquecino en los bordes. A partir de un examen microscópico se determinó que existían estructuras micelares. Este se sembró en un medio PDA y a partir de esta siembra se aislaron los diferentes microorganismos.



Figura 1. Conglomerado de microorganismos crecidos en un medio compuesto por un degradado alcalino de polietilentereftalato (Imagen propiedad de los autores de este trabajo)

Los diferentes hongos que se lograron aislar a partir del trabajo microbiológico de siembra y resiembra, así como del análisis de sus estructuras microscópicas fueron etiquetados como hongo café, hongo rojo, hongo blanco y hongo negro. Después del análisis microbiológico y empleando las técnicas de biología molecular mostradas en la parte metodológica de este trabajo se pudo identificar el género y la especie de cada uno de ellos. El cuadro 1 muestra el nombre de los microorganismos identificados. Para la identificación morfológica de los hongos se realizó una siembra de los mismos (Hongo café, Hongo rojo, Hongo negro y el Hongo blanco) en medio de cultivo PDA más 4% de glucosa



que constituye un medio más selectivo para el cultivo y aislamiento de levaduras y mohos y por su alta concentración de dextrosa y un bajo pH favorece el crecimiento, la formación de esporas y la formación de pigmentos, además de inhibir el crecimiento de las bacterias (Labomera, 2021). Las características macro y microscópicas que presentaron las 4 cepas aisladas se presentan en las imágenes siguientes. Se utilizó el libro “Medical Important fungi: A guide to identification” 5ta Edición. Davis H. Larone y el “Atlas micológico” del Laboratorio de Microbiología Clínica del Instituto Nacional De Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán para su identificación.

Nomenclatura de los microorganismos	Género y especie identificados
Hongo blanco	<i>Acremonium sp</i>
Hongo café	<i>Fusarium Proliferatum/Verticillioides</i>
Hongo rojo	<i>Talaromyces Verruculosus</i>
Hongo negro	<i>Aspergillus Niger</i>

Tabla 1. Microorganismos identificados mediante las técnicas microbiológicas y de biología molecular.

Las características microbiológicas de los hongos aislados fueron las siguientes.

#### ***Acremonium sp***

Macro morfología: a las 24 h se obtuvieron colonias color blanco tenue con micelio de consistencia algodonosa y al reverso de la caja no presento algún pigmento observable, a las 48 h solo mostro unos milímetros de crecimiento manteniendo sus características.

Micro morfología: se encontró presencia de esporas en forma de conidios e hifas hialinas no septadas tras ser analizadas en el microscopio a 100x.

#### ***Fusarium Proliferatum/Verticillioides***

Macro morfología: a las 24 h se obtuvo un color blanco tenue en el micelio de consistencia algodonosa y al reverso de la caja no presentó algún pigmento observable. A las 48 h mostró una coloración rosa oscuro con superficie algodonosa de color blanca y rosa, al reverso de la caja presentó una pigmentación rosa a rojizo. Esta característica fue la que se utilizó como información adicional para su identificación.

Micro morfología: se encontró, hifas hialinas macro sifonadas no septadas y abundantes microconidios.

#### ***Talaromyces Verruculosus***

Macro morfología: se obtuvieron colonias color crema en la superficie con puntos de color rojo y verde, al reverso presento un tono oscuro con un pigmento rojo.

Micro morfología: se observaron hifas hialinas ramificadas septadas, conidios y esporas en cadena. Por las características macro y microscópicas que el hongo presento se identificó en un principio como *Penicillium sp.*, según lo reportado en la bibliografía usada para la identificación (mencionada anteriormente en la metodología del presente trabajo) y debido a que esta familia es muy parecida al hongo que se deseaba identificar. Sin embargo, tras hacer la identificación por la técnica de secuenciación de Sanger, el organismo se identificó como *Talaromyces Verruculosus*.

#### ***Aspergillus Niger***

Macro morfología: a las 24 h, presento un crecimiento de micelio de color amarillo y blanco con el borde negro, a las 48 h presento crecimiento de esporas negras sobre toda la caja, y al reverso de la caja presento un color verdoso-amarillento con presencia de anillos.

Micro morfología: se observaron hifas hialinas septadas, conidióforos de cabeza radial extremos ramificados septadas, conidios y esporas en cadena. Luego de utilizar la metodología de MALDI-TOF donde se reconoció como *Aspergillus Niger*.

### **Comentarios Finales**

Este escrito muestra una de las partes del trabajo realizado como consecuencia de un trabajo anterior, en el cual el objetivo fue emplear una técnica de degradación química para tratar de formar un compuesto menos tóxico que el PET. En la actualidad sabemos que cualquier compuesto puede resultar tóxico y que muchos organismos no pueden vivir a valores de pH extremos. En este caso se logró el aislamiento y la caracterización de algunos microorganismos, de los cuales se mostraron los cuatro hongos caracterizados. De la misma forma se lograron aislar dos cepas de levaduras. En la literatura se han encontrado reportes relacionados con la biodegradación de diferentes compuestos, entre ellos algunos tipos de plásticos y se ha mencionado el nombre de bacterias levaduras y hongos capaces de hacerlo. En nuestro caso logramos el aislamiento de cuatro hongos y dos levaduras que convivían dentro del agrupamiento de microorganismos que se formó dentro del degradado alcalino del plástico más utilizado en la industria refresquera. A partir de su aislamiento se han realizado varios estudios y se ha observado que dos de los cuatro hongos no pueden crecer en medios de cultivo diseñados con concentraciones variables del degradado de PET si no son sembrados junto

con los otros microorganismos que forman el consorcio. Esto demuestra la simbiosis que se estableció como requerimiento para la sobrevivencia de las especies en las condiciones originales. El estudio de estos hongos podrá servir para establecer relaciones entre microorganismos, procesos de posible biodegradación y fenómenos de resistencia y susceptibilidad de los mismos frente a diferentes degradados de plásticos. Este punto es importante ya que se relaciona con los fenómenos evolutivos que permiten a los microorganismos adaptarse a ambientes extremos.

#### *Resumen de resultados*

Se aislaron cuatro hongos a partir de un degradado químico en condiciones básicas de un polímero sintético. El medio que se generó mediante la degradación fue básico y su composición consistió en un derivado del polímero original. Los hongos fueron de naturaleza filamentosa y dos de ellos generaron metabolitos secundarios por lo cual al ser sembrados en medios sintéticos produjeron pigmentos de diferentes colores. Los hongos aislados pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Acremonium*, *Fusarium* y *Talaromyces*.

#### *Conclusiones*

El estudio de la contaminación ambiental es un tema que abarca un sinnúmero de temas. Entre ellos se encuentran los microorganismos y su capacidad, extraordinaria, de adaptarse a diferentes situaciones extremas como son ambientes con pH muy alto o muy bajo y con sustancias que no se consideran como fuentes de nutrientes. Los microorganismos poseen mecanismos de adaptación especiales que le ayudan a desarrollarse y crecer, en este caso, utilizando a un producto de degradación del polietileno tereftalato (PET), el tereftalato de potasio a un pH de 12. Los resultados nos indican que los hongos identificados y aislados en este trabajo pueden tener esas propiedades, por lo cual su estudio resulta de gran interés dentro de los campos de la biología, la microbiología y la genética. Entender los mecanismos que ayudan a los microorganismos a adaptarse podría ser importante para establecer, en un futuro, posibles estrategias de biodegradación de varios compuestos tóxicos que se encuentran contaminando el medio ambiente.

### **Referencias**

- Gutiérrez Pescador, J. G. *Biodegradación de polietileno de baja densidad por consorcios microbianos. Tesis de grado*. D.F. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. 2013
- Pabortsava, K., Lampitt, R. S. High concentrations of plastic hidden beneath the. *Nature Communications*, Vol 4073 No.11, 2020. doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17932-9>
- Posada-Bustamante, B. La degradación de plásticos. *Revista Universidad EAFIT*, Vol 30 No.94, 67-86. 2012
- Reyes-Bonilla, H., Alvarez Filip, L., Pérez España, H., & Santillo, D. Estudio sobre el impacto de la contaminación por microplástico en peces de México. *ResearchGate*.2019.
- The American Chemical Society. *Methods for microplastics, nanoplastics and plastic monomer detection and reporting in human tissues*. ACS. 2021. Recuperado el 03 de 06 de 2021, de <https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2020/august/micro-and-nanoplastics-detectable-in-human-tissues.html>
- Santillán, M. L. *Ciencia-UNAM 2020*. Recuperado el 30 de 07 de 20, de CienciaUNAM: <http://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>.
- Trochillero, S. *EL TROCHILLERO.COM Políticamente Incorrectos*. 2020. Recuperado el 31 de 07 de 20, de EL TROCHILLERO.COM Políticamente Incorrectos: <https://eltrochillero.com/plastico-recicla-mexico/>
- World Wildlife Fund. *Solving Plastic Pollution Through Accountability*. Gland: World Wide Fund For Nature. 1999. Recuperado el 04 de 06 de 2021, de [https://c402277.ssl.cf1.rackcdn.com/publications/1212/files/original/SOLVING\\_PLASTIC\\_POLLUTION\\_THROUGH\\_ACCOUNTABILITY\\_ENF\\_SINGLE.pdf?1551798060](https://c402277.ssl.cf1.rackcdn.com/publications/1212/files/original/SOLVING_PLASTIC_POLLUTION_THROUGH_ACCOUNTABILITY_ENF_SINGLE.pdf?1551798060)
- Yepes-Aguirre, L. M. (2014). *Degradación de polietileno de baja densidad utilizando hongos. revisión sistemática de la literatura*. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/16184>

### Notas Biográficas

La Dra. **Leticia Guadalupe Navarro Moreno** es egresada de la Licenciatura en Químico-Fármaco-Biólogo con orientación Bioquímico-Microbiólogo de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es Maestra y Doctora en Ciencias con la especialidad en Bioquímica por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV-Zacatenco) del Instituto Politécnico Nacional. Ha trabajado como Profesor e Investigador en las instituciones: Instituto Nacional de Cardiología, Unidad Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del IPN y desde el año 2007 es Profesor -Investigador de Tiempo Completo en la Universidad del Papaloapan, en donde tiene como líneas de investigación el estudio de los efectos de los metales pesados en los seres vivos, proteínas de estrés (en donde incide este trabajo) y la investigación educativa.

El pasante de la Licenciatura en Ciencias Químicas **Luis Felipe Collado** es egresado de la Universidad del Papaloapan campus Tuxtepec y actualmente se encuentra cursando la Maestría en Ciencias químicas dentro de la misma institución. Este trabajo constituye parte de su Tesis de Licenciatura.

El Dr. **Cirilo Nolasco Hipólito** curso su Licenciatura en el Instituto Tecnológico de Tuxtepec, la maestría en Biotecnología de Fermentaciones en el Instituto Tecnológico de Veracruz y el Doctorado en Agricultura en la Universidad de Kyushu. Fukuoka, Japón. Actualmente es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad del Papaloapan en donde imparte clases en la Licenciatura en Alimentos, la Licenciatura en Biotecnología y la Licenciatura en Ciencias Químicas. Es especialista en el estudio de las fermentaciones.

# Parametrización de un Ducto de Aire Acondicionado para Desarrollar el Flujo de Aire con Base al Efecto Coanda

Ing. Rodrigo Diego Neri Lara<sup>1</sup>, M en C. Ivan Juarez Sosa<sup>2</sup>

**Resumen**—Para obtener los parámetros geométricos necesarios en un ducto de aire acondicionado de vehículos automotrices que permitan al flujo de aire adherirse a las paredes a las salidas de los puertos y con ello promover el efecto Coanda, se llevará a cabo una simulación del flujo con diferentes radios en los puertos y diferentes inclinaciones en la pendiente principal del cuerpo. Este artículo contiene un análisis computacional de fluidos (CFD) para obtener una solución numérica del desprendimiento de capa límite del aire y así determinar dichos parámetros.

**Palabras clave**—Parámetros geométricos, Efecto Coanda, Capa Límite, CFD

## Introducción

El efecto Coanda es un fenómeno físico en el que un fluido tiende a seguir la trayectoria de la superficie aledaña por la que circula, el proceso comienza con “la inyección de un chorro o jet sobre una superficie, la cual arrastra el aire adyacente creando zonas de baja presión entre jet-atmosfera y jet-superficie. Posteriormente la atmosfera rellena la zona superior empujando el chorro o jet hacia la superficie” (1).

La mayoría de los componentes de aire acondicionado utilizan este principio para transmitir el flujo de aire, aún así este efecto puede servir no solo para transmitir el flujo de aire de un lado hacia el otro, si no también se puede hacer uso de él para poder direccionar el flujo de aire a las zonas deseadas.

Con ayuda de la modificación de ciertos parámetros geométricos como la inclinación o dirección que se le da a las paredes de los puertos en un ducto se puede lograr modificar el flujo de aire. En este sentido, y para propósitos de esta investigación se llevará a cabo un análisis CFD con diferentes iteraciones en las geometrías para obtener los parámetros necesarios que logran hacer que el desprendimiento de la capa límite se prolongue lo necesario, contribuyendo así al efecto Coanda en las paredes internas del ducto.

La capa límite es la región en torno al cuerpo en la cual los efectos viscosos no se desprecian, “independientemente de las velocidades medias del flujo, en la capa límite la velocidad disminuye hasta igualarse con la velocidad de la pared (típicamente nula)” (2), el punto de separación de la capa límite se origina debido al gradiente de presión adverso que debe vencer el flujo que está en contacto con la superficie y la tendencia que tienen las partículas fluidas a fluir a regiones del flujo donde el gradiente de presión sea menos adverso. El punto de separación de la capa límite se observa en la figura 1.

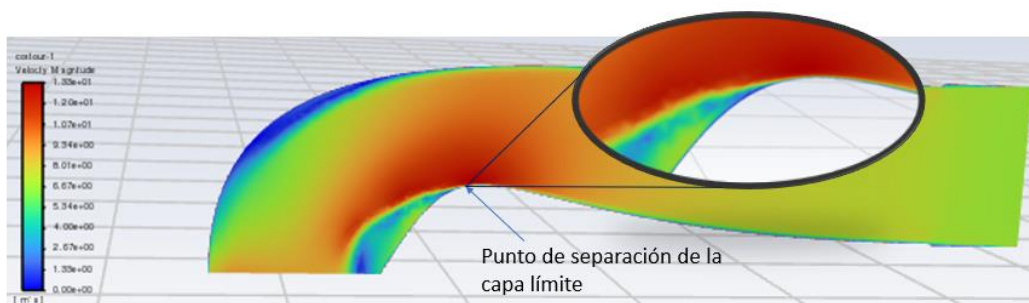


Figura 1. Punto de separación de la capa límite

El software utilizado es ANSYS Fluent, el cual es un software basado en método de volumen finito que, resolviendo las ecuaciones de continuidad, momentum y energía ayuda a predecir el comportamiento del flujo, turbulencia, transferencia de calor y desprendimiento de la capa límite, permitiendo resultados con alta precisión.

<sup>1</sup> Ing. Rodrigo Diego Neri Lara es alumno del Posgrado en Manufactura Avanzada CIATEQ A.C (autor corresponsal) [diego\\_neri@outlook.com](mailto:diego_neri@outlook.com)

<sup>2</sup>El M en C. Ivan Juarez Sosa es Encargado de la Gerencia de Manufactura Virtual, Lean y CAD CAE/IVM CIATEQ A.C [ivan.juarez@ciateq.mx](mailto:ivan.juarez@ciateq.mx)

### Descripción del Método

El análisis de CFD conlleva a tener tres etapas fundamentales para la obtención de los resultados:

Preprocesamiento. El cuál es la creación del modelo geométrico a analizar, así como la malla, siendo esta última la discretización del dominio computacional en pequeños volúmenes de control.

Procesamiento o solucionador. En esta etapa las ecuaciones del flujo son evaluadas tomando en cuenta las condiciones de frontera establecidas para obtener los resultados buscados.

Post procesamiento. En esta etapa se analizan e interpretan los resultados obtenidos en la etapa anterior.

El desarrollo del proyecto considera dos etapas en los diseños, primero un análisis con un ducto de dos puertos, la segunda etapa es un ducto con cuatro puertos, cada uno de ellos tiene diferentes iteraciones incluyendo diferentes parámetros en la geometría, con el objetivo de obtener las geometrías que propician el desprendimiento de la capa límite. Igualmente, cada uno de los diseños sigue la etapa antes descrita sobre el análisis de CFD.

#### Diseño de dos puertos

En la etapa de preprocesamiento se diseñaron cuatro ductos, cada uno con dos puertos y con diferentes radios de curvatura en la entrada del puerto más cercano a la entrada de aire. Cada diseño se puede observar en la Tabla 1.

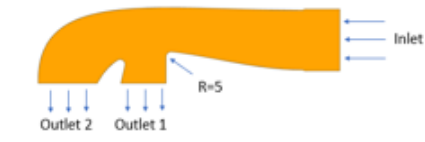
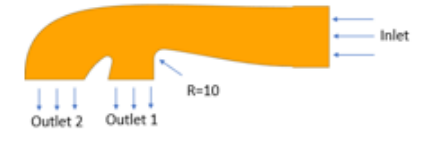
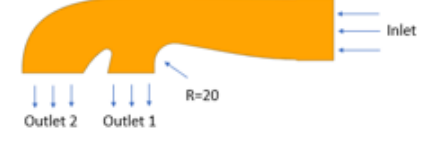
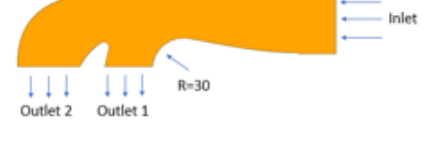
Iteración	Diseño
1	
2	
3	
4	

Tabla 1. Diseños de ductos de dos puertos

Cada uno de los diseños es importado al software ANSYS 2021 R2 (versión estudiantil), en el submódulo Fluent, definiendo 3 mm como tamaño de malla, esto debido a la restricción de la versión estudiantil de tener 500,000 nodos como máximo para el análisis. Un ejemplo de la malla se puede observar en la figura 2.

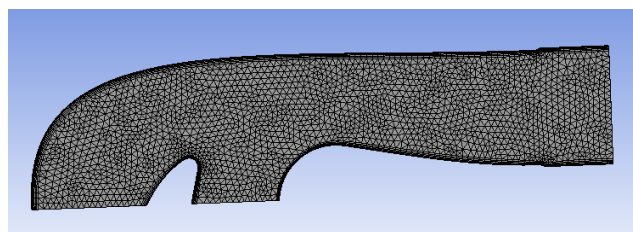


Figura 2. Ejemplo de malla para el ducto de dos puertos

Como se observa en la Figura 2., la malla es más fina en el perímetro interno del ducto, esto es debido a que se debe analizar con mayor precisión las paredes internas del ducto ya que en esas zonas es dónde se presenta el punto de separación de la capa límite.

En la parte de procesamiento se solucionan las ecuaciones gobernantes del sistema, de acuerdo con el sistema operativo manejado, se selecciona una solución de doble precisión y 4 núcleos, Figura 3. Y se emplea un método SIMPLEC con un total de 100 iteraciones para analizar.

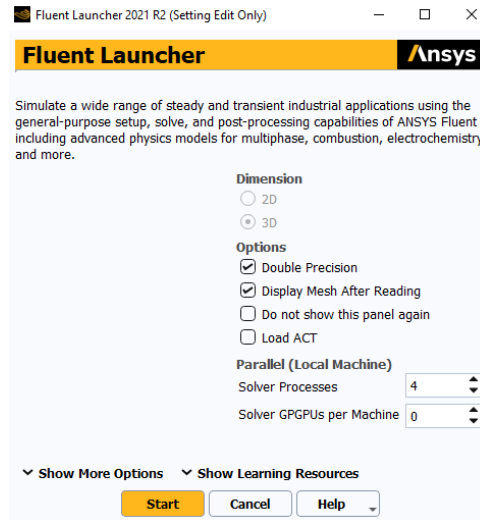


Figura 3. Parámetros de procesamiento

En la etapa de post procesamiento los resultados se expresan en forma de gráficos de contorno para las velocidades generadas en los ductos, en la Tabla 2 se pueden ver los resultados de cada iteración de diseño.

Iteración	Diseños	Gráficas de Contorno
1		
2		
3		
4		

Tabla 2. Graficas de contorno

En los resultados obtenidos del CFD se puede apreciar el significativo impacto que tiene el incremento del radio para el direccionamiento del flujo dentro del ducto, con un radio muy pequeño a la entrada del puerto el flujo de aire dentro del puerto es nulo, con forme crece el radio la cantidad de flujo de aire aumenta dentro del puerto. Siendo



así el radio fundamental para que no haya un desprendimiento de la capa límite y se pueda producir el efecto Coanda que permite direccionar el flujo de aire dentro de los puertos.

Para el siguiente caso de estudio se incrementó el número de puertos para la salida del flujo de aire, pasando de dos a cuatro puertos.

*Diseño de cuatro puertos*

En cuanto a la etapa de preprocesamiento se diseñaron 3 iteraciones, con diferentes pendientes en la recta que divide a cada puerto, nombradas P1, P2, P3 y diferentes distancias verticales de los espacios que hay entre cada puerto, nombrados D1, D2, D3, lo que genera una pendiente en el cuerpo principal del ducto. Para el control del diseño se enumeran los puertos del 1 al 4, siendo P1 el puerto más cercano a la entrada y P4 el más alejado. Las distancias mencionadas se pueden observar en la Figura 4.

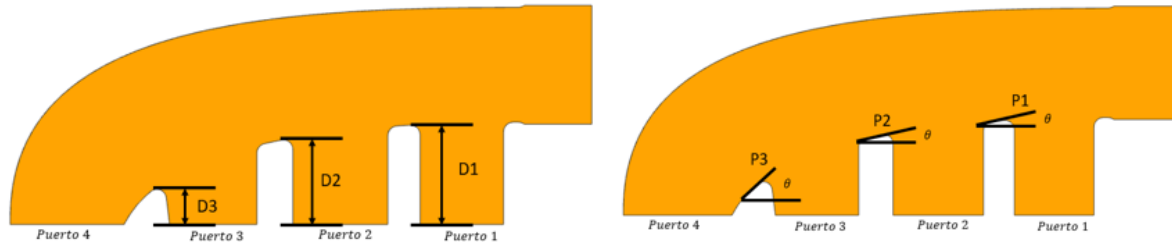


Figura 4. Caracterización de los ductos de 4 puertos

Para los tres diseños se obtienen las medidas antes mencionadas y se representan en la Tabla 3.

Iteración	Diseño	D1	D2	D3	P1	P2	P3
1'		51.9	44.2	18.4	3.3	12.5	48.3
2'		43	27.2	9.2	12.3	14.1	17.6
3'		48.2	28.8	13.8	23.7	24	24.9

Tabla 3. Medidas de los ductos de 4 puertos

El mallado tiene las mismas características que se utilizaron en el diseño de dos puertos, 3 mm como tamaño y una malla mas fina cerca de las paredes internas de los ductos. En la etapa de procesamiento al igual que en los ductos previos se usará el método SIMPLEC con 100 iteraciones. Y en la etapa de post procesamiento los resultados se muestran como graficas de contorno en la Tabla 4.


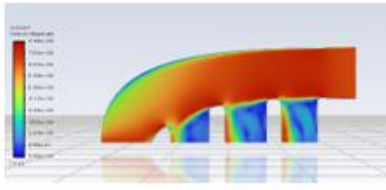

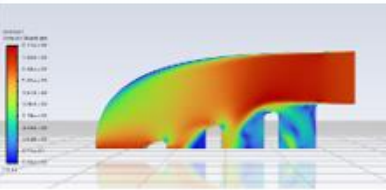

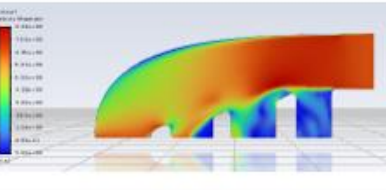
Iteración	Diseño	Diseño
1'		
2'		
3'		

Tabla 4. Graficas de contorno para los diseños de 4 puertos

Se aprecia en las graficas de contorno que las pendientes y las distancias en los puertos no ayudan significativamente a que el flujo de aire salga por los puertos y por ende no se ve una prolongación en el recorrido del flujo antes de que ocurra el desprendimiento de la capa límite. El diseño que tiende a llevar mas flujo por lo menos en tres de los puertos es la iteración 2', las distancias D1, D2 y D3 son menores en comparación a las otras dos iteraciones.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo se analizó el desprendimiento de la capa límite que ocurre en dos tipos de ductos, uno con dos puertos y otro con 4 puertos, con la intención de conocer los parámetros geométricos que impactan en su mayoría a que se produzca el efecto Coanda, y así conseguir que el flujo de aire se adhiera a las paredes de los puertos de cada ducto.

#### Conclusiones

Con base a este análisis se puede observar que, por los primeros diseños de dos puertos, el radio en la entrada de los puertos es un parámetro crítico para que el flujo de aire se adhiera a las paredes internas del ducto y pueda circular a través de los puertos, así entre mayor sea el radio de curvatura el punto de desprendimiento de la capa límite tardará más en presentarse en el recorrido del flujo en comparación a un radio pequeño.

Otro factor no tan relevante como el radio de curvatura pero que puede ayudar a promover el efecto Coanda es la distancia de los puertos, expresadas como D1, D2 y D3 en los diseños analizados, debido a que entre más pequeña sea esta distancia mejor se promueve el efecto Coanda en los puertos.

#### Recomendaciones

Es recomendable combinar el resultado de los radios mayores a las entradas de los puertos en los diseños de cuatro puertos, con lo que podría presentarse el caso en el que se alcance a obtener flujo en el primer puerto y una optimización en los demás puertos.

### Referencias

1. El efecto Coanda. Llanos, Julio Espinoza. 957, 2017. SSN: 0034-8511.
2. EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA LA MODELACIÓN REYNOLDS-AVERAGED NAVIER-STOKES (RANS) DE LA CAPA LÍMITE EN CONDUCTOS CIRCULARES . Menéndez, Nicolás D. Badano y Ángel N. San Carlos Bariloche : Asociación Argentina de Mecánica Computacional, 2014, Vol. 33. ISBN: 1666-6070.

# Reforma al Comercio en Plataformas Digitales: Lo que los Usuarios Deben Saber

Dra.en Ed.Carme Aurora Niembro Gaona<sup>1</sup>, Jovana Monserrat Gómez Rodríguez <sup>2</sup>,  
Frida Zoe Rodríguez Nieto <sup>3</sup> y Vania Yael Hernandez Cortes<sup>4</sup>

**Resumen-** Como bien sabemos, la digitalización es una herramienta para mantener conectado al ser humano con el exterior, sin embargo, a causa de la pandemia por COVID-19 los emprendedores se vieron obligados a adentrarse a la era tecnológica, mucho más de lo común, a fin de que sus pequeños negocios y establecimientos sobrevivieran ante la contingencia sanitaria, lo que les permitió obtener un sin fin de beneficios, entre ellos el nulo pago de impuestos, ya que para este tipo de comercio electrónico no existía alguna norma que permitiera su regulación o tratamiento, esto dio pauta a que el fisco decidiera realizar modificaciones a la legislación que fueran aplicables a la obtención de ingresos por medios digitales a fin que el contribuyente cumpliera con sus obligaciones fiscales y recabar las contribuciones correspondientes.

**Palabras clave** – Impuesto, digitalización, plataforma, reforma

## Introducción

El origen del comercio data a finales del periodo Neolítico, en el que la agricultura fue parte fundamental para que se iniciara la práctica del “trueque” que tenía la intención de satisfacer las necesidades de los individuos del pueblo a través del intercambio de mercancías de igual o menor valor, sin embargo con el paso del tiempo comenzaron a surgir conflictos al no poder establecer, de manera adecuada, precios justos a la mercancía, dejando de lado este procedimiento y trayendo consigo la aparición de la moneda que fue implantada como un medio de pago, permitiendo al mercado facilitar las transacciones que se llevaban a cabo.

En 2014 se produjo un punto de inflexión positiva al comercio gracias a la llegada de la digitalización, el uso de los diferentes dispositivos inteligentes y las nuevas tendencias tecnológicas que llevaron al sector económico a actualizarse en cuanto a la optimización de tiempos, disponibilidad de puntos de venta y sobre todo formas de pago, que ha sido punto clave para prevalecer en el sector comercial.

Javier Salinas Narváez, legislador del PRD, propuso en 2018 una iniciativa en la que se mencionaba el cobro de impuestos a empresas nacionales o extranjeras que brindarán servicios digitales, pero fue hasta el 1 de julio de 2020 que entró en vigor un régimen para empresas que desarrollan actividades por medio de plataformas digitales.

Es indispensable que los usuarios conozcan la normatividad bajo la cual se deberá realizar el pago de impuestos, ya que esta reforma aplica para IVA e ISR y como contribuyentes debemos cumplir con nuestras obligaciones fiscales.

## Descripción del Método

Este trabajo se efectuará bajo el marco de método descriptivo con un enfoque cualitativo, pues el principal objetivo del escrito se encuentra orientado a indagar, describir y mostrar las modificaciones que realizó la autoridad fiscal respecto al cobro de impuestos a empresas dedicadas al comercio digital.

Se busca realizar un análisis y dar a conocer los aspectos importantes que surgen de esta nueva imposición fiscal y la manera en la que afectara a este sector económico del país.

### La innovación del comercio frente a la pandemia.

<sup>1</sup>**Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona.** Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Licenciatura en Contaduría, de la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Zumpango.  
[carminaniembro33@hotmail.com](mailto:carminaniembro33@hotmail.com)

<sup>2</sup>Jovana Monserrat Gómez Rodríguez estudiante de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango, técnica en contabilidad del CBT Dr. Alfonso León de Garay Tequixquiác, participante en diferentes conferencias impartidas por el Colegio de Contadores Públicos de México y capacitaciones en paqueterías contables, así como office  
[jovana27rodriguez@outlook.com](mailto:jovana27rodriguez@outlook.com)

<sup>3</sup>Frida Zoe Rodríguez Nieto es estudiante de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango, técnica en Procesos de Gestión Administrativa egresada del CECYTEM Tequixquiác, participante en diferentes conferencias impartidas por el Colegio de Contadores Públicos de México y capacitación en paquetería contable y office [zoeroni99@gmail.com](mailto:zoeroni99@gmail.com)

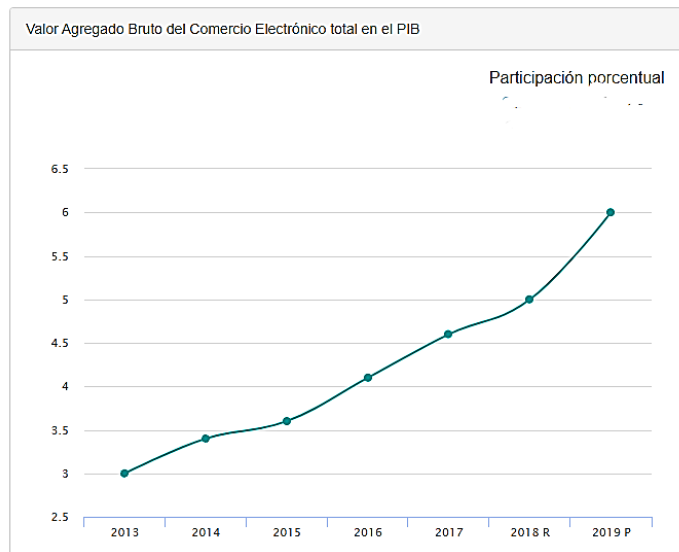
<sup>4</sup>Vania Yael Hernandez Cortes estudiante de la licenciatura en contaduría del centro universitario UAEM Zumpango , participante en diversa conferencia del área contable, financiera y actualización de los procesos tecnológicos impartidas por el Colegio de Contadores e instituciones financieras, así como capacitación de los softwares contables y paquetería office.  
[7vaniayael@gmail.com](mailto:7vaniayael@gmail.com) .

En nuestro país, miles de personas se vieron afectadas a causa de la crisis sanitaria por COVID 19, lo cual marco un antes y un después en nuestra vida cotidiana, ahora vivimos en una realidad atípica en la que tenemos que buscar diversos métodos que nos permitan llevar a cabo nuestras actividades diarias y poder comunicarnos con el exterior sin problema alguno, a consecuencia, pequeños negocios se vieron afectados drásticamente por el confinamiento, motivo por el cual tuvieron que implementar estrategias que les permitieran obtener un beneficio económico sin arriesgar su integridad física y la de los demás.

La tecnología ha sido parte fundamental durante este proceso de adaptación y se ha convertido en una herramienta indispensable para el desarrollo de las actividades económicas en México.

El COVID-19 cambio la forma en que usuarios pueden adquirir algún producto o servicio, según Pierre-Claude Blaise, director general de la Asociación Mexicana de Venta Online, el auge de las ventas por internet se dio en el año 2020 teniendo un incremento del 81 por ciento respecto a 2019, lo que genero un alza en el Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico en el país, de acuerdo con la gráfica publicada por el INEGI, la información se presenta en la Ilustración 1.

**Ilustración 1. Valor Agregado Bruto del Comercio Electrónico.**



Como podemos observar las compras en línea tuvieron un crecimiento en el mercado muy evidente, las razones de dicho suceso indican que los usuarios se ven beneficiados al tener la facilidad de esperar los productos y servicios en la comodidad de su hogar con tan solo dar un clic, además del ahorro de tiempo, disponibilidad de artículos que en ocasiones no se encuentran en tiendas físicas y la variabilidad de métodos de pago.

Sin embargo, así como nos hemos adaptado al home office, la escuela de forma virtual y a cubrir nuestras necesidades por medio de aplicaciones, la autoridad fiscal también ha tenido que implementar nuevos lineamientos y reformas en sus legislaciones para que aquella parte de la población que perciba ingresos a través de plataformas digitales cumpla con el pago de impuestos.

En México las empresas que percibían ingresos por la prestación de servicios y venta de productos mediante plataformas digitales no generaban ningún tipo de impuesto, de tal modo que para 2020 tras la modificación y aprobación de la propuesta del legislador del PRD se implementó un nuevo esquema tributario para empresas que desarrollaban actividades por medio de plataformas digitales residentes en México y para aquellas extranjeras que obtuvieran ingresos en territorio nacional.

Estos cambios se ven reflejados en la Ley del Impuesto al Valor Agregado en el capítulo III-bis “De la prestación de servicios digitales por residentes en el extranjero sin establecimiento en México” y en la Ley del Impuesto Sobre la Renta específicamente en la sección III “De los ingresos por la enajenación de bienes o la prestación de servicios a través de internet, mediante plataformas tecnológicas, aplicaciones informáticas y similares”.

Principalmente la reforma se enfoca en 2 vertientes.

- A) Gravar IVA de proveedores de servicios digitales
- B) Retención de IVA e ISR por parte de los proveedores que utilicen las plataformas para brindar servicios o enajenación de bienes.

*A. En cuanto a la vertiente A la reforma será aplicable para:*

- I. La descarga o acceso a imágenes, películas, texto, información, video, audio, música, juegos, incluyendo los juegos de azar, así como otros contenidos multimedia, ambientes multijugador, la obtención de tonos de móviles, la visualización de noticias en línea, información sobre el tráfico, pronósticos meteorológicos y estadísticas.

No se aplicará lo dispuesto en esta fracción a la descarga o acceso a libros, periódicos y revistas electrónicas.

- II. Los de intermediación entre terceros que sean oferentes de bienes o servicios y los demandantes de estos.
- III. Clubes en línea y páginas de citas.
- IV. La enseñanza a distancia o de test o ejercicios. (UNIÓN, 2021)

Existen plataformas que quedarán exentas de pago tales como WhatsApp, Telegram, Facebook, Messenger y correo electrónico; y los de pago, como PayPal y Mercado Pago.

Aquellas personas que se encuentren bajo la aplicación de este régimen tendrán las siguientes obligaciones:

- Registrarse ante el SAT
- Realizar el cobro de IVA correspondiente
- Declarar de manera trimestral sus impuestos (A más tardar el 17 del mes siguiente)
- Designar representante legal y domicilio para efectos de vigilancia y cumplimiento
- Tramitar FIEL

En caso de que algún proveedor de préstamo de servicios o enajenación de bienes incumpla con las obligaciones establecidas en la ley este podría ser sujeto a alguna sanción según lo establecido en el artículo 18-G de la ley del IVA.

La retención de IVA será de carácter provisional.

*B. En el caso de la vertiente B.*

Son sujetas a este impuesto aquellas personas físicas con actividad empresarial, autónoma, que enajenen bienes o

### Ilustración 2 Intermediación



presten servicios por medio de plataformas tecnológicas o que participen en demanda de bienes y servicios que ofrezcan terceros véase en la ilustración 2 (este régimen es obligatorio).

La base para la retención de ISR será el total de ingresos percibidos mensualmente y las tasas aplicables serán específicas según el tipo de servicio por el que se genere el ingreso y el monto.

Las tasas aplicables para usuarios que presten servicios de hospedaje serán las establecidas acuerdo con la nueva sección en la ley de ISR. Tabla 1.

**Tabla 1 Tasas aplicables para ISR hospedaje**

MONTO DEL INGRESO MENSUAL	TASA DE RETENCIÓN	REFORMA 2021
Hasta \$5,000	2%	4%
Hasta \$15,000	3%	
Hasta \$35,000	5%	
Más de \$35,000	10%	

Las plataformas tecnológicas deben tener en cuenta que, si reciben ingresos directamente de los clientes, pueden optar por pagar el ISR aplicando las mismas tasas de esta tabla, siempre y cuando no se supere un total de ingresos anual de \$300,000.

Para plataformas digitales dedicadas al transporte terrestre de pasajeros y entregas de bienes, si eres persona física que obtiene ingresos por ser socio conductor/a o repartidor/a de bienes a través de estas ya sea mexicana o extranjera mediante la aplicación de esta reforma se aprobó que el pago e Impuesto Sobre la Renta será mediante una retención que realizarán las plataformas Tabla 2

**Tabla 2 Tasa aplicables ISR Transporte terrestre de pasajeros y entrega de bienes**

MONTO DEL INGRESO MENSUAL	TASA DE RETENCIÓN	REFORMA 2021
Hasta \$5,000	2%	2.1%
Hasta \$15,000	3%	
Hasta \$35,000	5%	
Más de \$35,000	10%	

Pero si recibes ingresos directamente de los clientes puedes optar por pagar el Impuesto Sobre la Renta aplicando las tasas en esta tabla, siempre y cuando no se supere la cantidad de \$300,000.

Ahora bien, para plataformas tecnológicas que obtienen ingresos a través de enajenación de bienes y prestación de servicios el pago de Impuesto Sobre la Renta será mediante una retención como se demuestra en la tabla 3

**Tabla 3 Tasas aplicables a enajenación de bienes y prestación de servicios.**

MONTO DEL INGRESO MENSUAL	TASA DE RETENCIÓN	REFORMA 2021
Hasta \$1,500	0.4%	1%
Hasta \$5,000	0.5%	
Hasta \$10,000	0.9%	
Hasta \$25,000	1.1%	
Hasta \$100,000	2.0%	
Más de \$100,000	5.4%	

Debemos tener en claro que, si como usuario no proporcionas tu RFC la plataforma, de manera automática, te retendrá el 20% de ISR. También se debe tener en cuenta que existen tres opciones diferentes para el pago, y dependiendo de la que se elija se tienen diferentes obligaciones que cumplir.

La primera opción es mediante los pagos provisionales, en la cual se considera la retención de Impuesto Sobre la Renta que te haga la plataforma como pago provisional, deducir gastos, acreditar el Impuesto Sobre la Renta que te retuvo la plataforma, el ISR a cargo del mes, para esta opción es indispensable presentar declaraciones mensuales y la declaración anual.

La segunda opción es el pago definitivo que en el que se considera la retención de Impuesto Sobre la Renta que te haga la plataforma como gasto definitivo de impuestos, de esta manera nos podemos liberar de presentar los pagos provisionales cada mes, sin embargo, en esta opción no podemos deducir gastos.

Y para la opción número tres los ingresos que recauda la plataforma y de manera directa de los clientes, podemos



pagar el Impuesto Sobre la Renta aplicando las tasas de retención que utilizan las plataformas digitales y en su caso, acreditar dicho impuesto que nos retiene la plataforma. Además de considerar el impuesto que se pague como pago definitivo.

Hay que tener en cuenta que, si se elige cualquiera de las 3 opciones, no se podrá modificar la opción de retención en un período de 5 años contados a partir de la fecha en que se presente tu aviso en el portal del SAT.

Para la retención del Impuesto al Valor Agregado las plataformas digitales tienen la obligación de retener el 50% de dicho impuesto es decir el 8% y si no proporcionas tu RFC la plataforma directamente te retendrá el 16% de Impuesto al Valor Agregado.

### Comentarios Finales

La pandemia por Covid-19 trajo consigo muchos retos para el mundo entero, tener que adaptarse a esta nueva realidad fue un proceso difícil, pero que ayudó a que las personas salieran de su zona de confort y tomaran la iniciativa de aprender cosas nuevas, la tecnología fue pieza clave para que el mundo siguiera girando como de costumbre, redes sociales conectando familias, plataformas para la educación, trabajo en casa y apps que ayudaron a cubrir nuestras necesidades sin tener que salir nuestro hogar, nos brindaron una nueva oportunidad de reinventarnos. De igual manera, pequeñas y medianas empresas tuvieron que inmiscuirse en este mundo digital para hacer que sus negocios prevalecieran en el mercado. Con el gran aumento del uso de estas aplicaciones, la autoridad fiscal adicionó un régimen que permitiera el cobro de un impuesto por el préstamo de servicios y la enajenación de bienes de aquellos proveedores que tuvieran su fuente de riqueza en el territorio nacional mexicano.

Consideramos que esta modificación es justa, pues antes solo pagaban impuestos aquellas personas que tuvieran un establecimiento de manera física y muchos usuarios se iban más por la vertiente de vender de manera online lo que generaba una omisión del pago de sus contribuciones llevándose así gran cantidad de utilidad para su beneficio incumpliendo con sus obligaciones fiscales, al igual que empresas extranjeras que beneficiaban a su país a costa del nuestro.

### REFERENCIAS

- fiscales, O. (16 de Octubre de 2021). *Infoautonomos*. Obtenido de <https://www.infoautonomos.mx/obligaciones-fiscales/pago-iva-isr-plataformas-digitales/>
- INEGI. (16 de Octubre de 2021). *Tecnologías de la información y comunicaciones*. Obtenido de Comercio electrónico: <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/>
- UNIÓN, C. D. (16 de Octubre de 2021). *Ley del Impuesto al Valor Agregado*. Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/77\\_310721.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/77_310721.pdf)
- unión., C. d. (18 de Octubre de 2021). *Ley del Impuesto Sobre la Renta*. Obtenido de LISR: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR\\_310721.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR_310721.pdf)

[https://www.infoautonomos.mx/obligaciones-fiscales/pago-iva-isr-plataformas-digitales/#Impuestos\\_sobre\\_las\\_plataformas\\_digitales](https://www.infoautonomos.mx/obligaciones-fiscales/pago-iva-isr-plataformas-digitales/#Impuestos_sobre_las_plataformas_digitales)  
[https://www.infoautonomos.mx/obligaciones-fiscales/pago-iva-isr-plataformas-digitales/#Impuestos\\_sobre\\_las\\_plataformas\\_digitales](https://www.infoautonomos.mx/obligaciones-fiscales/pago-iva-isr-plataformas-digitales/#Impuestos_sobre_las_plataformas_digitales)  
<https://imcp.org.mx/que-es-el-impuesto-digital-propuesto-por-legisladores-en-mexico/>  
<https://coelabogados.mx/centro-de-investigacion/impacto-de-la-reforma-fiscal-2021-a-plataformas-de-servicios-digitales/>  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR\\_310721.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISR_310721.pdf)

## El Lavado de Dinero y su Impacto en México

Dra. En Educación Carmen Aurora Niembro Gaona<sup>1</sup>, Daniela Angeles Cruz<sup>2</sup>, Jesus Cortina Vargas<sup>3</sup>,  
Monica Cuevas Guerrero<sup>4</sup>

**Resumen**—En el presente artículo abordaremos temas relacionados con el lavado de dinero y la forma en la que impacta en distintos sectores en México. Hoy en día las actividades ilícitas en el país han aumentado lo cual provoca un desequilibrio en cuanto a las diversas áreas que componen los sectores tanto social, económico, político, financiero, entre otros. De tal manera que el estudio y conocimiento de este tema tiene gran relevancia en la actualidad ya que representa un efecto inverso, lo cual se manifiesta con un porcentaje significativo en la corrupción, dando como resultado mayor complejidad para el combate de la misma problemática. Así mismo se engloban las distintas cifras y porcentajes que representa dicha situación de manera desfavorable en el país, dando a hincapié al conocimiento y correcta aplicación de la legislación vigente que tiene como propósito la eliminación y prevención del lavado de dinero.

**Palabras clave**— Sectores, ilícitas, corrupción, dinero y problemática.

### Introducción

El lavado de dinero es una actividad ilícita que tuvo sus inicios en las décadas de 1920 y 1930 en Estados Unidos; al ser este un país colindante, esta práctica ilegal fue de fácil expansión hacia nuestro territorio, por lo que ha llevado a poner en práctica distintas formas de lavado de dinero, las cuales han tenido diversas transformaciones para que el acto prevalezca hasta hoy en día.

Este serio problema impide el crecimiento de diversos sectores, como lo son, el social, político, financiero y económico, dando, así como resultado distintas consecuencias que afectan a la sociedad en general.

Se abarca la definición de lavado de dinero, así como las características principales que lo conforman, el proceso mediante el cual se lleva a cabo esta actividad, las consecuencias que provoca a los diversos sectores y así mismo, los lineamientos que rigen la prevención de la problemática.

De tal manera que la implementación de los lineamientos establecidos por las autoridades pertinentes sirva como medida de prevención, control, eliminación y sanción de dicho acto, logrando identificar las operaciones de recursos de procedencia ilícita, buscando la fomentar la transparencia de las transacciones generadas por todo contribuyente.

### Descripción del Método

Para realizar el presente artículo, se utilizó el método deductivo dado que el tema se ubica dentro de una de las áreas de la Contaduría, se concentró en el análisis del lavado de dinero. Asimismo, se utiliza el método descriptivo con la finalidad de dar a conocer el impacto en México, que actualmente se presenta, así como las consecuencias que tendrá en los distintos sectores del país.

### ¿Qué es el lavado de dinero?

Hoy en día el país se enfrenta a diversas problemáticas económicas mismas que repercuten de manera negativa en las empresas o entidades, una de ellas y siendo de las más conocidas es el lavado de dinero mismo que podemos definir como “el proceso mediante el cual se produce un cambio en la riqueza ilícitamente adquirida por bienes o activos financieros para darles la apariencia de que son de origen lícito” (Ricardo, 2006), siendo así las

<sup>1</sup> Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Licenciatura en Contaduría, de la Universidad Autónoma del Estado de México, en el Centro Universitario UAEM Zumpango. [carminaniembro33@hotmail.com](mailto:carminaniembro33@hotmail.com)

<sup>2</sup> Daniela Angeles Cruz es estudiante de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango, participación en el 11vo Coloquio de Investigación en Ciencia y Tecnología, así como actualización constante en Área de Contaduría, Finanzas, Salud y Herramientas Digitales. [da\\_an\\_cr@hotmail.com](mailto:da_an_cr@hotmail.com)

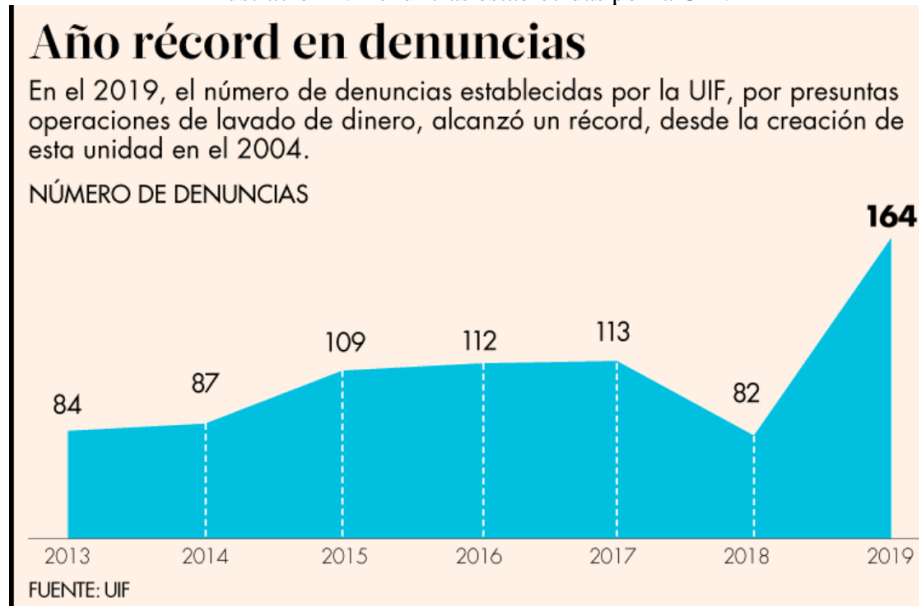
<sup>3</sup> Jesus Cortina Vargas es estudiante de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango, participación en el 11vo Coloquio de Investigación en Ciencia y Tecnología, así como actualización constante en Área de Contaduría, Finanzas, Salud y Herramientas Digitales. [jcv200004@outlook.com](mailto:jcv200004@outlook.com)

<sup>4</sup> Monica Cuevas Guerrero es estudiante de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango, participación en el 11vo Coloquio de Investigación en Ciencia y Tecnología, así como actualización constante en Área de Contaduría, Finanzas, Salud y Herramientas Digitales. [monicg811@gmail.com](mailto:monicg811@gmail.com)

actividades que de manera ilegal generan fondos o activos pero que de la misma manera sean encubiertas y puedan llegar a considerarse parte de los movimientos o frutos de la organización.

En los últimos años esta actividad se ha extendido por muchos lugares y de manera muy notable, dado que afecta intereses individuales y colectivos y muy comúnmente se dan por organizaciones de índole delictiva que pueden ser empresariales, comerciales o bancarias.

Ilustración 1. Denuncias establecidas por la UIF.



Como lo podemos apreciar en la anterior imaginen según la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) al realizar un estudio pudo observar que cada año ha ido aumentando las denuncias por supuestas operaciones de lavado de dinero, es evidente que a pesar de que esta gráfica muestra hasta el año 2019 el incremento fue muy notorio, y hoy en día con la implementación de las tecnologías es de imaginarse que el incremento será mucho más representativo, dado que los avances han sido notorios y de la misma manera los sistemas se van actualizando y hasta cierto punto es más factible el esconder las actividades no adecuadas.

### Etapas del lavado de dinero

El lavado de dinero constituye una actividad ilícita que se contiene un proceso de 3 fases, las cuales son:

- Colocación. En esta primera etapa, el dinero obtenido de las actividades ilícitas se dispone de manera física, consiguiente a esto, el lavador lo introduce al sistema financiero.
- Estratificación. Esta etapa implica la separación de fondos ilícitos de su fuente mediante transacciones financieras sofisticadas con el fin de dificultar el rastreo documentado de las actividades, ejemplo de esto es cuando se realizan operaciones ficticias.
- Integración. En esta última etapa, los autores de esta actividad ilícita buscan dar una apariencia legítima del dinero obtenido de manera ilegal reintegrándolo al sistema financiero, esto mediante transacciones comerciales que aparentan ser normales. (Gibson, 2021)

Por lo tanto, podemos concluir que es de suma importancia conocer las diversas etapas por la cuales evoluciona este delito dado que la colocación se refiere a la manera en que se obtiene el dinero y se llega a ubicar en una cierta empresa o entidad, para lograr aumentar dicha cantidad que es obtenida de actividades ilícitas, así mismo continua la etapa de estratificación donde se realizan transacciones financieras sofisticadas para que sea mayor dificultad deducir el origen de su procedencia y por último se encuentra la etapa de integración donde se le da apariencia legítima a la riqueza obtenida de manera ilícita mediante el reingreso en la economía con movimientos comerciales o personales que suelen aparentar ser normales.

Ilustración 2. Esquema de las Etapas del lavado de dinero.



### Sectores que afecta el lavado de dinero en México

El lavado de dinero afecta a diferentes sectores en el país ya sea un impacto mayor o menor dependiendo el sector, como puede ser social, político, financiero y económico. Es de suma importancia identificar las consecuencias que el lavado de dinero produce en dichos sectores, para así tener conocimiento de ello para la correcta evaluación de los posibles riesgos que se lleguen a presentar.

Las principales tareas de la Unidad de Inteligencia Financiera consisten en implementar y dar seguimiento a mecanismos de prevención y detección de actos, omisiones u operaciones, que pudieran favorecer, prestar ayuda, auxilio o cooperación de cualquier especie para la comisión de los siguientes delitos previstos en el Código Penal Federal:

- Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (artículo 400 bis)
- Financiamiento al terrorismo (artículo 139 quáter) (México, 2021)

Ilustración 3. Unidad de Inteligencia Financiera.



La Unidad de Inteligencia Financiera realiza dicha evaluación de riesgos enfocada en los distintos sectores para así dar hincapié a la prevención del lavado de dinero, algunas consecuencias son las siguientes:

a) Consecuencias sociales:

- Aumento de las pérdidas de las víctimas a causa de algún delito cometido (directas o indirectas, por ejemplo: miedo, inseguridad, muertes, etc.).
- Aumento de las ganancias de los criminales que les permite seguir cometiendo actos delictivos, incrementando su capacidad operativa y logística. Así como, un aumento de la influencia territorial de los criminales, de los cárteles, o del aumento o crecimiento de las zonas de influencia.
- Incrementos en el crimen.

b) Consecuencias políticas:

- Debilitamiento de las instituciones públicas.
- Corrupción.

c) Consecuencias financieras:

- Efectos sobre la reputación del sistema financiero.
  - Riesgos para la estabilidad del sistema financiero.
- d) Consecuencias económicas:
- Distorsiones en la inversión, el ahorro, el consumo y la disponibilidad de crédito.
  - Competencia desleal que genera distorsiones en precios.
  - Cambios en importaciones y exportaciones.
  - Efectos en la tasa de crecimiento de la economía, la producción, el ingreso y el empleo.
  - Menores ingresos del sector público (incluyendo la evasión fiscal).
  - Volatilidad del tipo de cambio y del tipo de interés.
  - Alteraciones en la demanda de dinero sin explicación económica aparente.
  - Distorsiones en los movimientos de capitales tanto entradas como salidas.
  - Contaminación de negocios legales por negocios ilegales. (Público, 2021)

### **Marco normativo contra el lavado de dinero.**

Debido al aumento de casos de lavado de dinero en el 2013 entró en vigor la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos De Procedencia Ilícita, o Ley Antilavado, que tiene como objetivo el contrarrestar las prácticas ilícitas dando seguimiento a las operaciones de las empresas o entidades para lograr tener una economía nacional transparente, dando oportunidad a que los recursos de procedencia ilícita sean eliminados.

Por lo consiguiente podemos mencionar el siguiente marco legal, donde se ayuda a identificar, evaluar, contrarrestar y sancionar a todo aquellos que realicen estas prácticas inadecuadas para obtener beneficios:

- Ley Federal de Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita (LFPIORPI).
- Reglamento de la LFPIORPI.
- Reglas de Carácter General a que se refiere la LFPIORPI.
- Ley Federal de Procedimiento Administrativo.
- Reglamento Interno del Servicio de Administración Tributaria.
- Guía de Enfoque Basado en Riesgo para Profesionales Legales
- Guía de Enfoque Basado en Riesgo para Contadores.
- Guía de Enfoque Basado en Riesgo para Fideicomisos y Prestadores de Servicios para Empresas.
- Guía de Enfoque Basado en Riesgo para Activos Virtuales y los Prestadores de servicios de AV (VASPs, por sus siglas en inglés). (SAT, 2021)

### **Conclusiones**

Por consiguiente, podemos deducir que el lavado de dinero representa una problemática socioeconómica muy significativa en el país, debido a que como lo mencionamos durante el desarrollo de la investigación, las operaciones que destinan algunas empresas son utilizadas como medio para aparentar que dichas transacciones son lícitas, dando como resultado un aumento en la corrupción y un desequilibrio en diversos sectores; dando hincapié a que las autoridades pertinentes logren implementar medidas y acciones adecuadas para prevenir que esta acción expanda sus actividades y de igual manera, hacer una disminución y prevención de la misma con base en los procedimientos de ley vigentes.

Por tal motivo es importante la implementación de diversas medidas para lograr el combate al lavado de dinero, así como el establecer una correcta cooperación de las diversas instituciones de gobierno, para que así, se logren fijar sanciones que logren que los ciudadanos no cometan este tipo de delitos, solicitando que ante cualquier operación sospechosa se pretenda establecer ciertos exámenes de evaluación que puedan determinar la procedencia de las mismas, buscando erradicar que se cometan los delitos relacionados al lavado de dinero.

### **Referencias**

Espinosa, A. (18 de Octubre de 2021). *Calfer Soluciones Financieras*. Obtenido de Calfer Soluciones Financieras: <http://calfer.mx/2016/08/08/etapas-del-lavado-de-dinero/>

Gibson, R. G. (18 de Octubre de 2021). *Forbes México*. Obtenido de Formes México: <https://www.forbes.com.mx/las-3-etapas-del-lavado-de-dinero/>

Gutiérrez, F. (10 de Febrero de 2020). *La UIF más visible y su talón de Aquiles*. Obtenido de El Economista: <https://www.economista.com.mx/revistaimef/La-UIF-mas-visible-y-su-talon-de-Aquiles-20200209-0032.html>

Gutiérrez, F. (10 de Febrero de 2020). *La UIF más visible y su talón de Aquiles*. Obtenido de El Economista: <https://www.economista.com.mx/revistaimef/La-UIF-mas-visible-y-su-talon-de-Aquiles-20200209-0032.html>

- Gutiérrez, F. (10 de Febrero de 2020). *La UIF más visible y su talón de Aquiles*. Obtenido de El Economista:  
<https://www.eleconomista.com.mx/revistaimef/La-UIF-mas-visible-y-su-talon-de-Aquiles-20200209-0032.html>
- México, G. d. (23 de Octubre de 2021). *Gobierno de México*. Obtenido de Acerca de la UIF: <https://www.gob.mx/uif/es/articulos/prueba-otro-blog-otro-blog?idiom=es>
- Público, S. d. (18 de Octubre de 2021). *Evaluación Nacional de Riesgos 2020*. Obtenido de Evaluación Nacional de Riesgos 2020:  
<file:///C:/Users/monic/Downloads/enr2020.pdf>
- Ricardo, G. M. (2006). "Inteligencia Financiera y Prevención de lavado de dinero". *ITER CRIMINIS– Revista de Ciencias Penales*, 59.
- SAT. (15 de OCTUBRE de 2021). *SAT.GOB*. Obtenido de Consultas de orientación: <https://www.sat.gob.mx/consulta/10022/conoce-la-ley-antilavado>



# Estrategias Didácticas con el Uso de las TIC para el Mejoramiento de las Clases Virtuales e incrementar el Índice de Aprobación en la Unidad de Aprendizaje de Química III en el CECyT No. 3

M.C. Irma Núñez Nakamura<sup>1</sup>, M.I. Eddy Abraham Villaseca Alonso<sup>2</sup>

**Resumen**—El proceso de enseñanza-aprendizaje en las modalidades virtuales ha sido un reto para docentes y estudiantes, el docente ha tenido que implementar nuevas técnicas y nuevas metodologías para hacer las clases amenas e interesantes.

En este proyecto nos hemos enfocado en aplicar diferentes estrategias didácticas basadas en las tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a estudiantes del quinto semestre del CECyT No. 3, en la unidad de aprendizaje de Química III.

La metodología consistió en elegir estrategias basadas en las metodologías activas, como son el aprendizaje basado en retos, la gamificación, la realidad virtual y la realidad aumentada, además de tomar en cuenta los estilos de aprendizaje. Al aplicarlas encontramos como resultado una gran motivación e interés por los estudiantes en el estudio de la Química. Podemos concluir que el aplicar nuevas estrategias en las clases virtuales, motiva y ayuda al estudiante a mejorar su aprovechamiento académico, haciendo del aprendizaje un proceso fácil, divertido y emocionante.

**Palabras clave**—TIC, metodologías activas, gamificación, realidad virtual, realidad aumentada.

## Introducción

La presente ponencia es el resultado del desarrollo del proyecto “Creación de una estrategia didáctica de enseñanza a través de las TIC, que incluya los tipos y estilos de aprendizaje, para el mejoramiento de las clases virtuales e incrementar el índice de aprobación en la unidad de aprendizaje de Química III en el CECyT No. 3”, registrado ante la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional con número 20210462.

Sabemos que la llegada de la Revolución 4.0 y la pandemia nos han cambiado la vida y en la educación vino a revolucionar el proceso de enseñanza aprendizaje, desde hace ya varios años hemos escuchado hablar de las clases virtuales, de cursos en línea, del manejo de herramientas tecnológicas y de la necesidad de ir adecuando todos estos recursos digitales y tecnológicos a las clases presenciales, sin embargo no fue hasta que nos enfrentamos de frente a la pandemia fue que comprendimos lo importante y necesarios en momentos como este el contar con todas estas herramientas digitales que nos han permitido continuar con el aprendizaje desde casa y nos han abierto un panorama de nuevas posibilidades de enseñanza y aprendizaje, que podemos aplicar e innovar en nuestras clases para que sean cada vez más interesantes, motivadores y sobre todo lograr aprendizajes y experiencias significativas en nuestros estudiantes, las cuales puedan aplicar en situaciones laborales o de la vida cotidiana.

Para el alumno de Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional que aun no ha decidido la carrera que desea estudiar y que quizá lleve muchas Unidades de Aprendizaje para cubrir con un programa de estudios, le resulta en muchos de los casos un poco tedioso el estudio de la química y sí aunado a ello no cuenta con bases sólidas de la estudios previos de la química, le resulta todavía más tediosa y complicada, como maestra de química me he enfocado a que los alumnos vean la importancia de la química en la vida cotidiana, con los productos que utilizan a diario, con los procesos que se realizan en la naturaleza o en nuestro mismo organismo, y para hacer más emocionante e interesante el estudio de la química en el Nivel Medio Superior y aunado al reto de la pandemia, junto con el profesor Eddy Abraham Villaseca Alonso y alumnos que colaboran con nosotros, hemos investigado y aplicado diferentes estrategias didácticas digitales para ver el impacto que producen en el estudio y aprovechamiento de la Unidad de Aprendizaje de Química III.

<sup>1</sup> M.C. Irma Núñez Nakamura, Profesora de la Academia de Química del CECyT No. 3 “ERR” del Instituto Politécnico Nacional, Estado de México, innakamura@hotmail.com

<sup>2</sup> M.I. Eddy Abraham Villaseca Alonso, Profesor de la Academia de Química del CECyT No. 3 “ERR” del Instituto Politécnico Nacional, Estado de México, villaseca89@gmail.com

## Descripción del método

La metodología consistió en dos etapas, la primera fue la investigación documental previa de:

- a) Factores relevantes en el proceso enseñanza aprendizaje
- b) Los estilos de aprendizaje para saber como aprenden los estudiantes y como podemos llevarlos a las clases en línea
- c) La investigación de las metodologías activas para elegir cual de ellas resultan más apropiadas para las clases en línea.

La segunda etapa fue elegir las estrategias didácticas digitales y ponerlas en práctica en un grupo piloto.

### *Primera etapa de investigación documental*

- a) Factores relevantes en el proceso enseñanza aprendizaje  
El aprendizaje se ha definido como un cambio de conducta que experimenta el ser humano, al aprender pasamos de una situación a otra, y a la distancia que hay, o el recorrido que experimenta el estudiante en este cambio desde un punto de partida hasta un punto final, donde el alumno logra el resultado deseado, se le llama proceso de enseñanza aprendizaje, el cual involucra al profesor y al alumno. Para poder lograr un proceso de enseñanza aprendizaje éxito se requieren conocer diferentes factores como son:

- Conocer realmente la situación del estudiante
- Conocer lo que se quiere lograr del alumno
- Ordenar secuencialmente los objetivos
- Formular correctamente los objetivos
- Cómo organizar el proceso de aprendizaje
- Seleccionar medios y recursos adecuados
- Cómo evaluar el cambio que se produce

- b) Los estilos de aprendizaje  
Una vez que se tiene claro estos factores, hay que también determinar que estilos de aprendizaje son los que más ocupan nuestros estudiantes en las clases en línea, de la misma forma como un médico hace un diagnóstico y posteriormente propone un tratamiento adecuado al paciente tomando en cuenta sus características personales, así el maestro puede identificar la mejor manera en la que los alumnos, a partir de su estilo, pueden acercarse al aprendizaje La teoría sobre los estilos de aprendizaje fue desarrollada por Peter Honey y Alan Mumford, basándose en un trabajo previo de Kolb; ellos identificaron cuatro distintos tipos de aprendizaje o preferencias: el activo, el teórico, el pragmático y el reflexivo. (COMAPP, s.f.).

El cuadro 1, muestra las características y las actividades recomendadas de acuerdo al estilo de aprendizaje de los estudiantes.

Estilo de aprendizaje	Características	Actividades
Activo	Los activos son personas que aprenden “haciendo”. Necesitan ensuciarse las manos y sumergirse en las cosas con las dos manos por delante. Tienen una actitud muy abierta para aprender y se implican plenamente y sin prejuicios en las nuevas experiencias.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lluvias de ideas</li><li>• Resolución de problemas</li><li>• Discusión en grupo</li><li>• Rompecabezas</li><li>• Concursos</li><li>• Juegos de rol</li></ul>
Teórico	A estos “aprendices” les gusta entender la teoría que hay detrás de las acciones. Necesitan modelos, conceptos y hechos con el objeto de participar en su propio proceso de aprendizaje. Prefieren analizar y	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelos</li><li>• Estadísticas</li><li>• Historias</li><li>• Citas</li></ul>

	sintetizar para elaborar la nueva información en una “teoría” lógica y sistemática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información de antecedentes</li> <li>• Aplicación de teorías</li> </ul>
Pragmático	Estas personas necesitan saber cómo poner en práctica en la vida real lo que se ha aprendido. Los conceptos abstractos y los juegos no son apropiados para ellos, a no ser que puedan ver la manera de poner esas ideas en práctica en sus vidas. Como experimentadores, prueban nuevas ideas, teorías y técnicas para ver si funcionan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo para pensar cómo aplicar lo aprendido a la realidad.</li> <li>• Estudio de casos</li> <li>• Resolución de problemas</li> <li>• Debates</li> </ul>
Reflexivo	Estas personas aprenden observando y pensando en lo que ocurre. Evitan saltar, porque prefieren observar las cosas desde la barrera. Prefieren dar un paso atrás y observar las experiencias desde distintas perspectivas, recoger datos y tomarse el tiempo necesario para llegar a las conclusiones apropiadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debates en pareja</li> <li>• Cuestionarios de autoanálisis</li> <li>• Cuestionarios de personalidad</li> <li>• Tiempo de reflexión</li> <li>• Actividades de observación</li> <li>• Retroalimentación de los demás</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Entrevistas</li> </ul>

Cuadro 1. Los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford

c) Las metodologías activas

De acuerdo con Andreu (Andreu, 2008), por metodologías activas entendemos aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomentan la participación activa del estudiante y logren los aprendizajes planteados. Son metodologías que se centran más en las actividades y sus resultados, que, en la transmisión de contenidos, lo cual implica modificaciones en los roles del docente y estudiante.

Los principales tipos de aprendizaje para las metodologías activas son:

- Aprendizaje basado en el pensamiento
- Aprendizaje basado en el juego
- Aprendizaje basado en proyectos
- Aprendizaje basado en retos
- Aprendizaje invertido (Flipped Classroom)

Las metodologías activas comenzaron a utilizarse como estrategias de enseñanza desde hace aproximadamente veinte años en diferentes contextos educativos apoyando la teoría del constructivismo, en la actualidad estas metodologías se han complementado con la incorporación de herramientas tecnológicas y digitales (TIC) para aprovecharlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la era digital.

*Segunda etapa, aplicación de la estrategia*

Como segunda etapa se utilizó un grupo de estudiantes del Nivel Medio Superior del Instituto Politécnico Nacional de quinto semestre perteneciente a la carrera de Sistemas de Control Eléctrico, los cuales cursan la Unidad de Aprendizaje de Química III, con ellos se aplicaron las metodologías activas con el uso de las TIC, utilizando las estrategias del aprendizaje basado en retos, el aprendizaje basado en juegos, así como realidad virtual y realidad aumentada.

El aprendizaje basado en retos es un enfoque pedagógico que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, significativa y relacionada con su entorno, lo que implica definir un reto e implementar para éste una solución. (Carrasco, 2018)

Como aprendizaje basado en retos se seleccionó un aula de escape, la cual se diseñó en Genially, con la temática Maya, ésta sala de escape se realizó para reforzar el tema de reacciones con benceno principalmente y consistió en formar equipos de cinco alumnos al azar, los cuales fueron asignados a una sala virtual separada, donde juntos resolvieron los retos para poder salir lo antes posible de la sala y competir con sus demás compañeros con el menor tiempo de salida.

El aprendizaje basado en juegos se realizó a través de la plataforma kahoot en la que se diseñaron preguntas de opción múltiple sobre el tema de nomenclatura de benceno y se realizó en una clase virtual donde todos los estudiantes del grupo participaron, motivando la competencia y la participación.

Además de estas dos estrategias se utilizaron simuladores de laboratorios virtuales como el de MEL VR Science que es un programa que permite experimentar la química en un nivel de realidad virtual.

Para llevar a cabo una experiencia de realidad aumentada se utilizó la aplicación “hibridación del carbono AR” para explicar la hibridación del carbono y entender la forma de los enlaces sigma y pi.

### **Comentarios finales**

#### *Resumen de Resultados*

Al aplicar todas estas estrategias basadas en las metodologías activas encontramos como resultado un gran interés por los estudiantes en la materia de química, su aprovechamiento académico se vio incrementado, resultando mucho más fácil, divertido y motivante aprender con estas estrategias, y así desarrollar habilidades del pensamiento, habilidades del trabajo en equipo, empatizando con sus compañeros y el hecho de competir entre ellos les resulta fascinante y gratificante, ya que son la generación de los estudiantes que nacieron con los videojuegos.

#### *Conclusiones*

Podemos concluir que las metodologías activas apoyadas en el uso de las TIC generan una gran variedad de recursos educativos digitales que ofrecen a los docentes nuevas opciones para diseñar y organizar el proceso de enseñanza aprendizaje, motivando en el estudiante la participación, la interactividad, la empatía y el trabajo en equipo que son elementos que fomentan el interés, la creatividad y la motivación de los estudiantes durante el aprendizaje.

### **Referencias Bibliográficas**

- Andreu. (2008). Obtenido de Metodologías Activas: [http://www.upv.es/diaal/publicaciones/Andreu-Labrador12008\\_Libro%20Metodologias\\_Activas.pdf](http://www.upv.es/diaal/publicaciones/Andreu-Labrador12008_Libro%20Metodologias_Activas.pdf)
- Carrasco, E. (2018). Obtenido de Aprendizaje basado en retos”. Nuevas metodologías activas de aprendizaje en el aula: <https://revistaventanaabierta.es/aprendizaje-basado-en-retos-nuevas-metodologias-activas-de-aprendizaje-en-el-aula/>
- COMAPP. (s.f.). COMAPP: Los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford. Obtenido de [http://www.comapp-online.de/materials/es/Handout\\_14\\_LearningStyles\\_EN.pdf](http://www.comapp-online.de/materials/es/Handout_14_LearningStyles_EN.pdf)

# Globalización y Sustentabilidad: ¿Juntos hacia la Seguridad Alimentaria y la Preservación Ambiental?

Dr. José Manuel Núñez Olivera<sup>1</sup>, M.C. Rodolfo Cabral Parra<sup>2</sup>, M.C. Miguel Ángel Noriega García<sup>2</sup>,  
M.C. Sonia Navarro Pérez<sup>3</sup>, M.C. Josefina Elizabeth Godínez Chavoya<sup>2</sup>,  
Dr. Armando Antonio Domech González<sup>1</sup>

**Resumen.** Con el fin de determinar si la Globalización (G), se relaciona directamente y va en el mismo sentido con las tres dimensiones que contempla la Sustentabilidad (S): Económica (SE), Social (SS) y Ambiental (SA); y, por lo tanto, ha contribuido a incrementar los ingresos económicos de los productores agropecuarios de la Región Ciénega del Estado de Jalisco, además de mejorado su calidad de vida y preservado los recursos naturales utilizados en los sistemas productivos implementados, se desarrolló este estudio. Los resultados señalan que la G se relaciona directamente con la SE, pero no así con la SS y con la SA, ya que prioriza el recurso económico, dejando de lado el desarrollo humano, la inclusión social y la conservación del ambiente, además de priorizar la inversión extranjera sin que ésta influya decisivamente en el crecimiento de la economía y en la generación de empleos de calidad. El estudio demostró que la G y la SE son compatibles, pero habrá que idear estrategias que integren la inclusión social (calidad de vida) y la preservación de los recursos, si se quiere garantizar la seguridad alimentaria.

**Palabras Clave:** Globalización, Sustentabilidad, Seguridad Alimentaria, Preservación Ambiental

## Introducción

La Región Ciénega es una de las regiones con mayor aporte productivo agropecuario del Estado de Jalisco, que a su vez, es identificado como el Estado líder productor agropecuario del país, llegando a aportar hasta un promedio del 18% anual de la riqueza generada en este sector (Producto Interno Bruto Agropecuario “PIB”). La Ciénega es identificada básicamente como una Región con amplio potencial agrícola, con una importante capacidad de producción y/o elaboración de derivados lácteos y zonas importantes de producción avícola, ovina y porcina. Debido a su cercanía con el Estado de Michoacán, presenta una marcada influencia con éste, en sus sistemas de producción, los que son caracterizados por su escasa tecnología, infraestructura, maquinaria y equipo, mayoritariamente. Es conocido asimismo, que alrededor del 60% de los productores de la región son identificados como de escasos recursos (FIRCO, 2005), lo que condiciona la calidad del producto que elaboran, bajo sistemas de producción familiares e insumos de limitada calidad, y que sobreviven en la mayoría de los casos con las aportaciones (remesas) que reciben mensualmente de sus familiares que residen en Estados Unidos y/o Canadá, ya que esta región es identificada como expulsora de migrantes, y que se ha caracterizado en los últimos años por una elevada presencia de explotaciones descapitalizadas y de “recibas” o comercializadoras de maíz y/o granos. Esta región presenta además, un fuerte potencial agrícola, contándose como una de las regiones de mayor rendimiento (toneladas/hectárea) a nivel nacional, además de contar con una fuerte producción de leche y derivados lácteos de amplio mercado en las regiones aledañas y en las grandes ciudades circundantes (Guadalajara y Morelia).

---

<sup>1</sup> Dr. José Manuel Núñez Olivera. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega. CUCIÉNEGA). [nunezoliv@yahoo.com.mx](mailto:nunezoliv@yahoo.com.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> M.C. Rodolfo Cabral Parra. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [rcabral77@hotmail.com](mailto:rcabral77@hotmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Miguel Ángel Noriega García. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [miguel8x8@hotmail.com](mailto:miguel8x8@hotmail.com)

<sup>3</sup> M.C. Sonia Navarro Pérez. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. CUCBA). [snavarro@gmail.com](mailto:snavarro@gmail.com)

<sup>2</sup> M.C. Josefina Elizabeth Godínez Chavoya. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario del Norte. CUNORTE). [godinez@cunorte.udg.mx](mailto:godinez@cunorte.udg.mx)

<sup>1</sup> Dr. Armando Antonio Domech González. Profesor de Licenciatura y Posgrado en la Universidad de Guadalajara (Centro Universitario de la Ciénega. CUCIÉNEGA). [domech@hotmail.com](mailto:domech@hotmail.com)

Es evidente que toda empresa debe privilegiar el Desarrollo Económico, ya que la obtención y/o generación de recursos es su principal objetivo para poder sobrevivir y permanecer en el mercado; pero en este proceso, muy comúnmente las empresas se han olvidado de la necesidad de enfocar una buena parte de estos recursos generados hacia programas que se dirijan hacia la creación de condiciones que generen una calidad de vida digna y fomenten el cuidado y la preservación de los recursos naturales implicados en los diversos procesos productivos de los productores agropecuarios presentes en las localidades y municipios de la región Ciénega. Es bastante evidente que las marcas comerciales y empresas agropecuarias extranjeras presentes en la región se han apropiado del sector agropecuario de ésta, dejando en segundo término a las empresas nacionales que laboran en este rubro, acaparando las ganancias económicas del sector e influyendo directa e indirectamente en las amplias franjas de pobreza presentes en la región y que fomentan la percepción de que la riqueza generada no ha influido de manera decisiva para el combate a la pobreza y la desigualdad económica.

Sumado a esto, los productores agropecuarios presentan una alarmante indiferencia y apatía hacia el cuidado y/o preservación de los recursos naturales, creando condiciones propicias para la contaminación del ambiente, influyendo de manera decisiva para la disminución de la productividad y rentabilidad de las explotaciones.

Atendiendo a este contexto, el estudio planteó el siguiente objetivo: determinar si la Globalización y la Sustentabilidad van juntas y en la misma dirección hacia la Seguridad Alimentaria y la Preservación Ambiental disponibles a los tres tipos de productores agropecuarios identificados (pequeños, medianos y grandes), en los tres municipios más representativos en la Región Ciénega de Jalisco (Atotonilco el Alto, La Barca y Tototlán).

### **Descripción del método**

Para el cumplimiento del objetivo propuesto, se recurrió a la listas de las Asociaciones de Productores Agrícolas de los tres municipios seleccionados: Atotonilco el Alto (AA), La Barca (LB) y Tototlán (TOT); para esto, se consideró una presencia de tres tipos de productores (FIRCO, 1985) identificados en función de los recursos económicos plasmados en la inversión realizada en tierras cultivadas (cantidad y calidad: riego y temporal), y animales explotados (opción: leche y/o carne), tecnología implementada, infraestructura, maquinaria y equipo utilizados en las explotaciones agropecuarias. Así, se consideró la presencia de pequeños (pp), medianos (mp) y grandes productores (gp) en una proporción de 60%, 30% y 10% respectivamente.

De esta forma, se entrevistaron en sus mismos lugares de trabajo por estudiantes de las carreras de Agronegocios, Administración y Negocios Internacionales del CUCIÉNEGA a 30 productores agropecuarios, todos seleccionados completamente al azar. A cada uno de ellos, se les cuestionó acerca de su percepción personal acerca de la Globalización y la Sustentabilidad, y la relación existente entre ambos términos; preguntándoles asimismo sobre su percepción personal sobre la relación entre la G y la SE, la SS y la SA, además de la presencia o ausencia del Manejo Administrativo y su impacto sobre las decisiones productivas a tomar en su explotación. Las preguntas fueron realizadas de acuerdo al tipo de productor entrevistado: pequeño, mediano y grande. Los datos fueron analizados mediante Estadística Descriptiva y Pruebas Ji Cuadrada ( $\chi^2$ ) por municipio y tipo de productor.

### **Marco Teórico**

El año de 1982, bajo la administración del Lic. Miguel de la Madrid Hurtado (MMH), significó el inicio de la era globalizadora en nuestro país, que se mantuvo durante 36 años (1982-2018), y que recién terminó con el inicio de la administración del Lic. Andrés Manuel López Obrador (AMLO) en el año 2018, y que le está dando un viraje completo a las ideas fundamentales del neoliberalismo y al papel trascendental jugado por el mercado en este periodo.

Antes del año 1982 (periodo identificado como pre-globalizador: 1934-1982), el crecimiento promedio anual del PIB (que en términos generales significaría la riqueza generada por un país), fue del 6.13%, contra sólo el 2.35% después de este año y hasta el 2018 (periodo identificado como post-globalizador: 1982-2018). Basados en estos promedios, esto implicaría que el periodo pre-globalizador presentó un mayor crecimiento (61.66%) comparado con el periodo post-globalizador (Núñez, et al, 2018).



Si consideramos que las autoridades gubernamentales de aquel entonces pregonaban que México contaba con condiciones para crecer económicamente a tasas de dos dígitos y aseguraban que los productores de aquel entonces eran muy poco productivos y con notorias tendencias a solicitar apoyo gubernamental sin esforzarse realmente, y que ante esto, deberían demostrar mayor productividad y condiciones para aprovechar esta productividad en la mejora de su calidad de vida y en la implementación de estrategias para la preservación de los recursos naturales disponibles utilizados en sus sistemas productivos, y que quién no lo hiciera así, debería desaparecer.

Así, después de transcurridos ya 36 años de estas aseveraciones y de las practicas globalizadoras, se hace pertinente evaluar el impacto que han tenido sobre la percepción de la sustentabilidad, plasmada en las tres principales dimensiones del término: económico (productividad), social (calidad de vida) y ambiental (preservación de recursos naturales). La realidad de los números indica que si nos basamos exclusivamente en la riqueza generada, en el periodo post-globalizador se disminuyó hasta en un 61.66% el PIB comparado con el periodo pre-globalizador; lo que indica evidentemente, que se obtuvieron mejores resultados antes de la implementación de la globalización en nuestro país, y por lo tanto, la Globalización no ha provocado mejores resultados económicos. La misma tendencia o situación se observa en cuanto a la calidad de vida de los productores antes y después del inicio de la globalización (1982), ya que en el periodo pre-globalizador se observaban prácticas orientadas hacia un mayor desarrollo humano, en tanto que en el periodo post-globalizador se priorizó el poder del dinero.

A esta dura realidad, se ha sumado la tenacidad humana por agotar los recursos naturales (agua y tierras cultivables, básicamente), y que han llegado inclusive, a poner en peligro la viabilidad de la producción de alimentos (la seguridad alimentaria) de este planeta.

### Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se observa el escaso a nulo conocimiento de los productores agropecuarios acerca del significado real de términos como Globalización (16%) y Sustentabilidad (18%); desconocimiento que muy seguramente ha influido para demostrar la escasa relación entre ambos términos en dónde la calidad de vida ha mermado en forma de mayor pobreza y mayor desigualdad económica y sobre todo, mayores niveles de contaminación ambiental (traducido en mayor presencia de enfermedades crónico-degenerativas), al tener mayor presencia de actividades cotidianas que dañan el ambiente, presentando principalmente “despilfarros” de agua para riego y tierra cultivable.

Municipio	Tipo Productor	Globalización	Sustentabilidad
AA	Pequeños	2/18 (11%)	1/18 (6%)
	Medianos	1/9 (11%)	2/9 (22%)
	Grandes	1/3 (33%)	2/3 (67%)
LB	Atotonilco el Alto	4/30 (13%)	5/30 (17%)
	Pequeños	3/18 (17%)	2/18 (11%)
	Medianos	2/9 (22%)	2/9 (22%)
	Grandes	2/3 (67%)	1/3 (33%)
TOT	La Barca	7/30 (23%)	5/30 (17%)
	Pequeños	1/18 (6%)	2/18 (11%)
	Medianos	1/9 (11%)	2/9 (22%)
TOT	Grandes	1/3 (33%)	2/3 (67%)
	Tototlán	3/30 (10%)	6/30 (20%)
	Región Ciénega de Jalisco	14/90 (16%)	16/90 (18%)

Cuadro 1. Conocimiento real de los Productores Agropecuarios acerca de los Términos de Globalización y Sustentabilidad en los tres Municipios considerados en la Región Ciénega del Estado de Jalisco.

En el cuadro siguiente (2), se observa el conocimiento acerca de la Globalización y Sustentabilidad por Tipo de Productor, notándose una correlación positiva entre mayor cantidad de recursos (Productores Grandes y Globalización: 44%; Productores Grandes y Sustentabilidad: 56%) y un mayor conocimiento acerca de estos fenómenos.

Tipo de Productor	Conocimiento Globalización	Conocimiento Sustentabilidad
-------------------	----------------------------	------------------------------

Pequeños	6/54 (11%)	5/54 (9%)
Medianos	4/27 (15%)	6/27 (22%)
Grandes	4/9 (44%)	5/9 (56%)
Productores Agropecuarios	14/90 (16%)	16/90 (18%)

Cuadro 2. Conocimiento de los Términos de Globalización y Sustentabilidad por Tipo de Productor en los tres Municipios considerados en la Región Ciénega del Estado de Jalisco

En el cuadro 3 se observa la relación encontrada por Municipio seleccionado y el tipo o dimensión de sustentabilidad; encontrándose la misma tendencia en los tres municipios muestreados: SE, SS y SA, en cuanto al mayor conocimiento, relación o percepción de los productores del municipio de AA hacia la SE (96%), siguiéndole los productores de TOT (80%) y LB (76%). Le sigue la SS ubicándose TOT primeramente (57%) y siguiéndole AA (56%) y LB (54%). Y finalmente, la SA fue la última que consideraron los productores en su relación con la Globalización, encontrándose TOT (46%) como los de mayor relación y siguiéndole LB (24%) y el más escéptico AA (09%).

Dimensión Sustentabilidad	Atotonilco el Alto	La Barca	Tototlán	Promedio Región Ciénega
Económica	96%	76%	80%	84%
Social	56%	54%	57%	56%
Ambiental	09%	24%	46%	27%

Cuadro 3. Percepción por Municipio acerca de la Relación de la Globalización con las tres Dimensiones consideradas por la Sustentabilidad: Económica, Social y Ambiental.

En el cuadro 4 se observa la relación encontrada por tipo de productor en los tres municipios seleccionados y el tipo o dimensión de sustentabilidad; encontrándose mayor conocimiento, relación o percepción de los productores hacia la sustentabilidad económica (84%), y disminuyendo gradualmente hacia la sustentabilidad social (56%) y finalmente hacia la sustentabilidad ambiental (27%).

Dimensión Sustentabilidad	Pequeños Productores	Medianos Productores	Grandes Productores	Promedio Región Ciénega
Económica	89%	63%	100%	84%
Social	56%	33%	78%	56%
Ambiental	21%	37%	22%	27%

Cuadro 4. Percepción por Tipo de Productor acerca de la Relación entre la Globalización y la Dimensión de la Sustentabilidad (Económica, Social y Ambiental)

En base a los resultados obtenidos en los cuadros anteriores y expresados por los propios productores participantes del estudio se obtienen las siguientes conclusiones:

- Es indudable que los productores agropecuarios no han recibido ningún tipo de asistencia técnica ni capacitación de las autoridades encargadas de manera oficial, en lo referente a lo qué es y lo qué significa la Globalización y la Sustentabilidad para sus explotaciones y lo que tendrían que hacer para mejorar su productividad, incidir en la calidad de vida y sobre todo, qué prácticas o actividades administrativas seguir o implementar en sus explotaciones para preservar los recursos naturales utilizados en los sistemas productivos de la Región Ciénega.
- Es fundamental que se inicie con capacitación permanente por tipo de productor con temas y aplicaciones prácticas en sus explotaciones sobre la Globalización, la Sustentabilidad y sus Dimensiones Económica, Social y Ambiental, no sólo en esta Región Ciénega, sino en todo el Estado de Jalisco y el país en general.

- Es ya imperativo, si se quiere recuperar el sector agropecuario y con él, la planta productiva nacional, que se implementen estrategias de rescate a los pequeños productores, quienes mayoritariamente requieren de apoyos reales en tiempo y forma que activen sus sistemas productivos, haciéndolos productivos, rentables y sobre todo, sustentables.

### Conclusiones

- En términos generales, el estudio demostró que no existe “compatibilidad” total entre los términos Globalización y Sustentabilidad; la Globalización ha implicado privilegiar el recurso económico a costa del desarrollo humano, olvidándose o dejando de lado la calidad de vida e inclusive, la inclusión social (sacrificando en ocasiones una vida digna), y lo más grave aún, el dejar de lado la preservación de los recursos naturales, despilfarrándolos y haciendo la mayoría de las veces un uso inadecuado de estos recursos. De esta forma, y considerando que la Sustentabilidad contempla tres dimensiones bien diferenciadas: económica, social y ambiental, se podría concluir que sólo coincide con la Globalización en lo económico, pero no en lo social ni mucho menos en lo ambiental, por lo que son términos que no van juntos en la carrera o en la búsqueda de la “Seguridad Alimentaria” y la “Preservación Ambiental”.
- En este contexto, la situación del campo en la Región Ciénega de Jalisco, es propicio para que los productores y trabajadores agropecuarios piensen continuamente en la necesidad de salir de su comunidad (prioritariamente al extranjero: Estados y Canadá principalmente) en busca de mejores empleos y mejores remuneraciones económicas que permitan mejorar drásticamente su calidad de vida, lo que provoca que esta región sea considerada como una importante zona expulsora de migrantes no sólo de Jalisco, sino del país en general.
- Si bien es cierto, que existe la percepción entre los productores y empresarios de la región, que en los últimos años se ha incrementado la productividad, es cierto también que no se ha mejorado ni sustancial ni equitativamente la calidad de vida, y por el contrario se ha agudizado la pobreza y desigualdad económica de los pobladores de los municipios que conforman la región Ciénega, además de ser evidente la inexistencia de una cultura tendiente hacia la preservación de los recursos naturales del municipio (básicamente agua y tierras de cultivo).
- Es notorio el hecho de que no existe una verdadera integración entre los diversos eslabones de la cadena productiva agropecuaria (productores, empresarios y académicos), que posibilite mejores condiciones para el incremento de la productividad y con ello condicione a la obtención de mayores recursos y por ende a una mejor calidad de vida en los municipios y una mayor preservación de los recursos naturales disponibles.
- Queda la percepción entre la gente del sector agropecuario entrevistada, que la actividad esta “secuestrada” por organismos y/o instituciones extranjeras, dejando con ello fuera a las organizaciones o instituciones nacionales, lo que provoca que la riqueza generada no se quede en el país, con el agravante de que los recursos naturales han sido explotados irracionalmente, provocando su escasez o agotamiento.
- Los productores entrevistados coinciden en que si se quiere que las cosas cambien para mejorar, es necesaria una mayor vinculación entre los productores, la industria y la academia; señalando que es fundamental que las universidades se “comprometan” más con los productores y empresarios para el abordaje y solución a sus principales problemáticas dentro y fuera de sus explotaciones. Y en esta tarea, el diseño de planes y/o estrategias adecuadas a cada tipo de productor y de empresa resulta fundamental, ya que cada estrato productivo presenta variadas y diferentes problemáticas.
- La implementación de prácticas y/o estrategias de manejo administrativo con una visión sustentable, deben ser una prioridad en las explotaciones agropecuarias de los municipios del país, ya que esto permitiría establecer las bases para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales implicados, incidiendo sobre una mayor productividad y calidad de vida, además de fomentar la preservación de los recursos naturales disponibles.
- En estas condiciones, es asimismo muy relevante el considerar que existen varios “campos” en toda la geografía del país, ya que cada uno de los 32 estados de la república maneja problemáticas muy específicas que requieren la atención puntual de sus especialistas, además de establecer con toda claridad, que dentro de

cada estado, región, municipio y localidad, existen varios tipos de productores que se diferencian básicamente en el uso o no de la tecnología, infraestructura y maquinaria o equipo, así como de los recursos implementados y de su calidad, y que por lo mismo manejan y/o afrontan problemáticas muy diversas.

- Es una realidad indudable e irrefutable, el que la Globalización ha provocado un sector agropecuario desigual e inequitativo, en donde los productores de mayores ingresos se han beneficiado sustancialmente de los apoyos oficiales disponibles, y en contraparte, los productores de menores recursos se han estancado y limitado seriamente en sus condiciones económicas y por ende sociales y ambientales.
- El hecho de que hasta el 90% de los productores agropecuarios de los municipios seleccionados en el estudio, utilicen insumos extranjeros en sus diversos procesos productivos, ha permitido incrementar la productividad de sus cultivos y animales; sin embargo, queda la percepción entre una buena cantidad de productores que el precio a pagar tanto social como ambientalmente, ha resultado muy elevado, ya que la riqueza generada por este incremento productivo, se ha quedado en unas cuantas manos, dando como resultado un reparto inequitativo o desigual de la riqueza, en donde los que más tienen, han obtenido más ganancias, y los que menos tienen, han pasado situaciones aún más penosas y/o dramáticas.

### Recomendaciones

- Es necesario acabar de raíz, con los dobles discursos de políticos que ensalzan la mentira y la hipocresía, y pensar en estrategias funcionales que fomenten entre los productores agropecuarios lo que es y significan la Globalización y la Sustentabilidad en sus tres dimensiones y la importancia que tienen éstas, para la captación de ingresos, su calidad de vida y sobre todo, la preservación de los recursos naturales de su localidad, municipio y región.
- Se deben idear estrategias funcionales que fomenten la confianza mutua entre los mismos productores, empresarios y académicos, para que de forma integral se trabaje organizadamente para la implementación y fortalecimiento de las pequeñas, medianas y grandes empresas o explotaciones agropecuarias.
- Se debe fomentar por medio de los gobiernos municipales y estatales, la visión de sustentabilidad en los productores, empresarios y aún los mismos académicos, para así, implementar explotaciones que tengan como fin el incremento de la productividad, buscando un beneficio social y sobre todo, la preservación del medioambiente y los recursos naturales existentes.

### Referencias Bibliográficas

- De la Cruz, G.J.L. 2017. Foro Revisión y Actualización del TLCAN: El campo mexicano. ¿Quién va a desarmar la pistola? Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico, A.C. (IDIC).
- INEGI. 2012. Estadísticas sobre el campo mexicano. Ed. INEGI. México.
- FAO. 2012. Análisis y problemática actual del campo y la agricultura en México. Ed. ONU. Washington, D.C.
- FAO. 2014. Productividad en el Campo Mexicano. ¿Una falacia? Ed. ONU. Washington, D.C.
- Gallegos HJL. 2014. El campo y su desarrollo. Ed. Reverte. Madrid, España.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. 2016. El Campo Mexicano ante los retos de la Globalización.
- Núñez, OJM; Cabral, PR; Noriega, GMA; Godínez, ChJE. (2018). Globalization and Quality of Life in Different Types of Agricultural Producers of the Northern Region of the State of Jalisco, Mexico. RINOE. Journal-Schools of Economic Thought and Methodology, Volumen 2, Número 3. Julio – Diciembre 2018. Cameroon (pp 1-8).
- Núñez, OJM; Cabral, PR; Noriega, GMA. (2018). Trascendencia del Manejo Administrativo y su Relación con la Sustentabilidad en las Explotaciones
- Agropecuarias. E – BOOK Emprendimiento, Negocios y la Responsabilidad Social en las Organizaciones. Facultad de Ciencias Contables y Administrativas (FCCA). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Primera Edición. pp 3418 – 3441. Morelia, Mich.

# Prácticas para la Enseñanza de Sistemas Embebidos en Robótica y Sistemas Inteligentes

M.I.I. Viridiana Núñez Ríos<sup>1</sup>, M.G.A. Alejandro Guerrero Barrón<sup>2</sup>,  
Dra. María Teresa Villalón Guzmán<sup>3</sup>, M.I.I. Paloma Teresita Gutiérrez Rosas<sup>4</sup> y Carlos Andrés Cervantes Loyola

**Resumen**—Se considera que la enseñanza de robótica y sistemas inteligentes es parte de la cultura necesaria para el desarrollo actual, los microcontroladores embebidos y la IoT, permiten obtener soluciones innovadoras a tareas. La enseñanza por medio de proyectos realizados por equipos, se considera lo más adecuado, utilizando microcontroladores en una placa con acceso económico y software libre, más una comunidad de apoyo amplio en la red. Se debe diferenciar la capacitación en microcontroladores realizando tareas robóticas con dispositivos para soluciones en IoT que generalmente tienen una cuesta de aprendizaje más difícil. La enseñanza ya está dándose, y se tienen hallazgos que no deben desaprovecharse, esto ahorra tiempo y recursos a los esfuerzos para difundir y acrecentar el conocimiento y sus resultados.

**Palabras clave**— Enseñanza, Robótica, Sistemas Embebidos, Sistemas Inteligentes.

## Introducción

La entrada en de microcontroladores en una placa con posibilidades de una programación amigable ha permitido la posibilidad de incluir a numerosas personas en el mundo de la robótica, además se cuentan con computadoras en una placa de coste mínimo que permite las interacciones necesarias entre los diversos dispositivos. Así equipos de diferentes disciplinas pueden explorar de forma rápida la creación de prototipos y pruebas piloto de artefactos innovadores; La educación en la programación de microcontroladores y la construcción de Sistemas embebidos ha cambiado mucho (Jamieson & Herdtner, 2015). Sin embargo se critica el uso de estos aparatos para la educación de personas que puedan construir estos sistemas embebidos, especialmente que se queda limitado a un solo modo de programación, lo que limita al estudiante o aprendiz en su capacidad de desarrollo (Dignal, 2015).

En realidad se puede ver en la literatura técnica de Arduino que es un ambiente de software libre y placa de bajo costo, que existen varias formas de programación del circuito integrado que lo forma.

Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente se conecta a una computadora con un cable USB o se enciende con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. Se puede jugar con Arduino UNO sin preocuparse demasiado por hacer algo mal, en el peor de los casos, se puede reemplazar el chip por unos pocos dólares y empezar de nuevo. En la figura 1 se muestra una placa Arduino R3, su tamaño no es mayor que el de una tarjeta de crédito.

<sup>1</sup> La M. I. Viridiana Núñez Ríos es Profesora de Ingeniería Industrial en el TecNM/ IT de Celaya, Celaya, Guanajuato, México. [viridiana.nunez@itcelaya.edu.mx](mailto:viridiana.nunez@itcelaya.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El M. C. Alejandro Guerrero Barrón es Profesor en la Maestría en Gestión Administrativa el TecNM/ IT de Celaya, Celaya, Guanajuato, México o [alejandro.guerrero@itcelaya.edu.mx](mailto:alejandro.guerrero@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. María Teresa Villalón Guzmán es Profesora de Ingeniería Industrial en el TecNM/ IT de Celaya, Celaya, Guanajuato, México. [teresa.villalon@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.villalon@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> La M. I. Paloma Teresita Gutiérrez Rosas es Profesora de Ingeniería Industrial en el TecNM/ IT de Celaya, Celaya, Guanajuato, México. [paloma.gutierrez@itcelaya.edu.mx](mailto:paloma.gutierrez@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Carlos Andrés Cervantes Loyola es estudiante de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM / IT de Celaya [17030913@itcelaya.edu.mx](mailto:17030913@itcelaya.edu.mx)  
Los autores de este artículo participan en el proyecto **TecNM 10173.21-P**





Figura 1 Arduino Uno R3. Fuente Wikimedia Commons

"Uno" fue elegido para marcar el lanzamiento de Arduino Software (IDE) 1.0. La placa Uno y la versión 1.0 del software Arduino (IDE) fueron las versiones de referencia de Arduino, ahora evolucionadas a versiones más recientes. La placa Uno es la primera de una serie de placas USB Arduino y el modelo de referencia para la plataforma Arduino; Para obtener una lista extensa de placas actuales, pasadas o desactualizadas, consulte el índice de placas Arduino. (Arduino, 2021)

El software Arduino (IDE) de código abierto facilita la escritura de código y la carga en la placa. Este software se puede utilizar con cualquier placa Arduino.

#### *Escudos (Shields)*

Las placas Arduino utilizan placas de expansión de circuito impreso llamadas "escudos" (*shields*), que se conectan a los conectores de clavija Arduino normalmente suministrados. Los *shields* pueden proporcionar controles de motor para impresión 3D y otras aplicaciones, GNSS (navegación por satélite), Ethernet, pantalla de cristal líquido (LCD) o placa de pruebas (creación de prototipos).

#### *Circuito integrado y su programación*

El ATmega328 AVR 8-bit es un Circuito integrado de alto rendimiento que está basado un microcontrolador RISC, combinando 32 KB (ISP) flash una memoria con la capacidad de leer-mientras-escribe, 1 KB de memoria EEPROM, 2 KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles/contadores con modo de comparación, interrupciones internas y externas, programador de modo USART, una interfaz serial orientada a byte de 2 cables, SPI puerto serial, 6-canales 10-bit Conversor A/D (canales en paquetes TQFP y QFN/MLF), temporizador "watchdog" programable con oscilador interno, y cinco modos de ahorro de energía seleccionables por software. El dispositivo opera entre 1.8 y 5.5 voltios. Por medio de la ejecución de instrucciones en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza una respuesta de 1 MIPS, balanceando consumo de energía y velocidad de proceso. (Wikipedia, La enciclopedia libre, 2021)

El Arduino / Genuino Uno se puede programar con el (Software Arduino (IDE)).

El ATmega328 en Arduino Uno viene preprogramado con un cargador de arranque que le permite cargar un nuevo código sin el uso de un programador de hardware externo. Se comunica utilizando el protocolo STK500 original (referencia, archivos de encabezado C).

También se puede omitir el cargador de arranque y programar el microcontrolador a través del encabezado ICSP (Programación en serie en circuito) usando Arduino ISP o similar.

El código fuente del firmware ATmega16U2 (o 8U2 en las placas rev1 y rev2) está disponible en el repositorio de Arduino. El ATmega16U2 / 8U2 se carga con un cargador de arranque DFU, que se puede activar mediante:

En las placas Rev1: conectar el puente de soldadura en la parte posterior de la placa (cerca del mapa de Italia) y luego vuelva a colocar el 8U2.

En placas Rev2 o posteriores: hay una resistencia que tira de la línea HWB 8U2 / 16U2 a tierra, lo que facilita la puesta en modo DFU.

Luego se puede usar el software FLIP de Atmel (Windows) o el programador DFU (Mac OS X y Linux) para cargar un nuevo firmware. O se puede usar el encabezado ISP con un programador externo (sobrescribiendo el cargador de arranque DFU). (Arduino, 2021)

Esto demuestra que las formas de programación para el Arduino UNO dependerá del nivel de conocimiento que se tenga o se quiera desarrollar en la instrucción, no está limitado simplemente a una programación por receta, puede implicar un nivel más profundo. Esto deshace las acusaciones de que Arduino UNO no puede usarse en la instrucción más desarrollada de programación (Dignal, 2015), y si en cambio al tener varios niveles de posibilidad



permite escalar la capacitación y el aprendizaje, presentando primero un escenario que facilita la incorporación de personas nuevas a la programación.

En general, a los estudiantes les gusta el bajo costo de estos dispositivos y la facilidad de uso que les permite crear proyectos importantes. Como instructores, los proyectos que se están entregando muestran que los estudiantes están mejorando en el diseño de sistemas y están profundizando en sistemas de ingeniería reales motivados por su propia creatividad. Esto justifica la adopción de estos tableros en un plan de estudios. (Jamieson & Herdtner, 2015).

#### *Raspberry Pi*

La Raspberry Pi es una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a un monitor de computadora o TV y utiliza un teclado y un mouse estándar. Es un pequeño dispositivo capaz que permite a personas de todas las edades explorar la informática y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. (Raspberry Pi Foundation, 2019)

La Fundación Raspberry Pi proporciona Raspberry Pi OS (anteriormente llamado Raspbian), una distribución de Linux basada en Debian (32 bits) para descargar, así como Ubuntu de terceros, Windows 10 IoT Core, RISC OS, Libre ELEC (distribución de centro de medios especializada) y distribuciones especializadas para el centro de medios Kodi y la gestión de aulas. Promueve Python y Scratch como los principales lenguajes de programación, con soporte para muchos otros lenguajes. El firmware predeterminado es de código cerrado, mientras que el código abierto no oficial está disponible. Muchos otros sistemas operativos también pueden ejecutarse en Raspberry Pi. El microkernel SEL4 formalmente verificado también es compatible (Wikipedia contributors, 2021). En la figura 2 está representada la computadora en placa Raspberry Pi 4 Modelo B.



Figura 2 Raspberry Pi 4 Modelo B. Fuente: Wikimedia Commons

#### *Internet de las cosas*

La Internet de las cosas (IoT) se refiere a dispositivos que han sido equipados con electrónica y sensores y conectados a una red (generalmente Internet) para comunicarse entre sí y / o con servidores centrales. El campo de IoT ha experimentado un crecimiento masivo recientemente. Los avances en procesadores y baterías han hecho que las plataformas informáticas sean económicas y pequeñas, permitiendo aplicaciones en dominios que antes solo se imaginaban (por ejemplo, tecnologías portátiles y ciudades inteligentes). Si bien la demanda está creciendo para aquellos con experiencia en sistemas de IoT, los cursos que exploran el IoT están en sus inicios.

Los productos y servicios de IoT atraerán a los consumidores a un nivel más íntimo que los productos y servicios actuales, haciendo que las normas sociales y culturales sean aún más relevantes para el diseño de ingeniería. Para agravar el desafío de enseñar IoT está el hecho de que IoT requiere un conjunto particularmente amplio de habilidades que van desde el diseño de sensores y la programación de microcontroladores hasta la minería de datos y el aprendizaje automático. Los instructores de IoT deben negociar un desafío de amplitud frente a profundidad en la enseñanza de IoT.

Una lista de conceptos que son importantes en IoT pero que no se tratan en gran medida en otras partes de un plan de estudios. Estos incluyeron:

- Necesidad de transferencia inalámbrica de datos. Esto conduce a problemas que incluyen la pérdida de datos / corrupción de datos y un retraso potencialmente ilimitado en la transferencia de datos.
- Poder limitado. La mayoría de los dispositivos funcionan con baterías y, por lo tanto, se debe pensar en formas de minimizar el consumo de energía reduciendo el muestreo del sensor, utilizando algoritmos computacionales livianos en el dispositivo y minimizando la cantidad de transmisión de datos.

- Cantidades sustanciales de datos de sensores de transmisión en tiempo real. Interesan los patrones que se pueden observar a partir de lecturas de sensores sin procesar, no las lecturas en sí mismas y, por lo tanto, necesitamos realizar aprendizaje automático para identificar patrones de interés a partir de los datos.
- Información distribuida. En muchos casos, un dispositivo puede mejorar su precisión al comprender lo que detectan otros dispositivos cercanos (Galluzzi, Berry, & Shibberu, 2017).

#### *Verdaderas dificultades*

A pesar de que estas placas de prototipos de microprocesadores se basan en la funcionalidad y el bajo costo, incluirlas en los cursos presenta varios desafíos. En particular, el desafío más difícil es cómo lidiar con la disponibilidad de proyectos de código abierto y "escudos" (*shields*) y bibliotecas, y luego evaluar lo que ha hecho un estudiante. Se han propuesto algunas formas de encarar, pero de ninguna manera se ha resuelto por completo el problema de la evaluación y la creación de proyectos.

Otro desafío importante con los proyectos, que es realmente independiente de trabajar con los tableros de creación de prototipos descritos anteriormente, es la escala de los proyectos y garantizar el progreso de los estudiantes para completar un proyecto exitoso. Los estudiantes que hacen la transición a la universidad piensan que un proyecto se puede completar en una sola tarde (larga), tienen dificultades para crear un proyecto y tienen realmente poca habilidad en la organización de proyectos. Además, los estudiantes enfrentan muchos desafíos en términos de trabajar en proyectos grupales, como encontrar horarios de reunión comunes y tratar con miembros del equipo que no contribuyen (Jamieson & Herdtner, 2015).

Los estudiantes tuvieron que dedicar una cantidad significativa de tiempo a familiarizarse con el funcionamiento de los dispositivos para registrar y guardar datos y tuvieron que consultar con frecuencia la documentación y realizar búsquedas en la web en varias funciones del dispositivo.

Los estudiantes debían dedicar las el final del tiempo asignado a escribir un informe técnico sobre su proyecto para su publicación en línea en la serie de informes técnicos de la universidad. Este tiempo final demostró ser el más desafiante para los instructores, ya que las expectativas de los estudiantes no coincidían con las expectativas de los instructores en cuanto a lo que constituía un informe técnico.

Los estudiantes (e instructores) tuvieron que soportar muchas rondas de reescrituras. Durante las últimas dos semanas, los estudiantes e instructores también discutieron temas adicionales relacionados con IoT que incluyeron: (i) la importancia de adherirse a las pautas federales para la investigación con sujetos humanos (ii) el intercambio de datos y propiedad intelectual y la concesión de licencias de código abierto (iii) el importancia de la seguridad en las aplicaciones de IoT (Galluzzi, Berry, & Shibberu, 2017).

### **Descripción del Método**

#### *Situaciones encontradas*

Se ha encontrado en la literatura dos tipos de dificultades, una asociada a la orientación del uso de los microcontroladores en una placa en la educación, en general han permitido el aprendizaje por personas nuevas a la programación; esto da lugar a que equipos de diferentes disciplinas puedan rápido probar ideas sobre innovaciones en robótica y sistemas inteligentes; con todo existe una crítica de un grupo pequeño sobre la pertinencia de formar expertos en programación de microcontroladores, pues se sugiere que no serán capaces de enfrentar los verdaderos retos de las aplicaciones prácticas. En realidad los microcontroladores en una placa con software de acceso libre y fácilmente programable no están destinados a formar expertos, su objetivo es permitir acceso rápido al aprendizaje a un grupo más amplio de personas.

Segunda dificultad, la facilidad de acceso a la programación de microcontroladores y su disponibilidad económica no implica que el aprendizaje inmediatamente se convierta en algo sin esfuerzo, las dificultades se redujeron, pero todavía implica una disciplina de trabajo y estudio con rigor. A continuación se presentan las sugerencias encontradas en la literatura que mejor ilustran las precauciones y mejores prácticas para lograr un aprendizaje en este campo.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados: Propuestas*

La enseñanza en equipo del curso reduce la carga de cualquier miembro de la facultad individual y permitió a los estudiantes obtener una perspectiva multidisciplinaria, así como proporcionar a los estudiantes una amplia gama de conocimientos para consultar (Galluzzi, Berry, & Shibberu, 2017).

La creación de un marco más estricto para las expectativas de los estudiantes, la presentación de informes sobre las actividades y los resultados y la creación de un plan de evaluación detallado fortalecería el curso. Esto es un desafío en un curso de aprendizaje basado en problemas, ya que la entrega del contenido está dictada por el problema seleccionado y el desempeño / necesidades del estudiante, que pueden variar de un periodo lectivo a otro.

Las formas efectivas de lograr una estructura adicional en un curso basado en problemas son (1) requerir que los estudiantes presenten notas de progreso semanales y un registro del tiempo de actividades (2) requerir una revisión de la literatura de las fuentes relevantes y (3) requerir documentación de las comunicaciones entre los diversos participantes dentro de un equipo. Los instructores de la facultad deben exigir la presentación de algunos de estos elementos, con rigor en los criterios de calificación y la rúbrica (Galluzzi, Berry, & Shibberu, 2017).

Las prácticas que ayudaron a los principiantes a lidiar con los desafíos del sistema integrado Arduino se pueden resumir de la siguiente manera (Karvinen, 2019):

- Comprender el concepto de entrada, procesamiento de datos y salida.
- Utilizando pasos de configuración de muestra
- Aprender las habilidades clave para usuarios novatos de Arduino
- Comenzando con el "Hello World" previsto en Arduino.
- Crear un modelo mental de lo deseado funcionalmente
- Utilizar los recursos de la comunidad en línea
- Usar un estilo de codificación que mantenga el programa legible y refleje la estructura del modelo mental.
- Construir en pequeños pasos.
- Lidiando con un problema a la vez.
- Compilar "Hello World" cuando el sistema o programa integrado no parece funcionar como se esperaba.

Un arranque de curso se puede combinar un periodo de conferencia y el acceso a videos demostrativos disponibles en la red (Jamieson & Herdtner, 2015) (Karvinen, 2019).

Existe una enorme cantidad de información, código y diseños que los estudiantes pueden aprovechar para crear sus propios diseños. La pregunta sigue siendo, ¿cómo se puede evaluar la idea de "su proyecto" y verificar que los estudiantes están aprendiendo? Una solución simple es avanzar hacia los primeros principios y presionar a los estudiantes para que realicen una interfaz de bajo nivel sin bibliotecas. Podría decirse que este enfoque debe realizarse al menos una vez, ya que ayuda a los estudiantes a comprender algunos de los detalles de la interfaz. Sin embargo, obligar a los estudiantes a reinventar la rueda para cada dispositivo que usarán es menos útil ya que, posiblemente, en sus trabajos industriales el objetivo será aprovechar los diseños existentes y las bases de código para crear sistemas más grandes.

Otra solución es permitir que los estudiantes utilicen cualquier código base y evalúen el sistema en función del producto final. En este enfoque, el instructor asume que para crear un sistema complejo, un estudiante dedicará mucho tiempo a comprender las bibliotecas existentes, cómo se pueden usar esas bibliotecas y mezclar más de una biblioteca / api para lograr una tarea compleja.

Se puede usar este esquema siempre que se cuide que no se están construyendo proyectos que son similares a kits completos que se pueden comprar. Por esta razón, este tipo de proyectos puede ser desechado como adecuado (Jamieson & Herdtner, 2015).

Un tercer enfoque a usar es que los estudiantes preparen deliberadamente un documento que muestre qué código usaron y qué agregaron / diseñaron. En este enfoque, se permite que los estudiantes usen cualquier código, pero deben mostrar cómo se diferencia su código del código existente. De esta manera, se requiere que un estudiante describa cómo creó su sistema y cómo utilizó los módulos existentes dentro de su sistema. Este proceso es similar a diferenciar una base de código de la base de código abierto, pero requiere que el estudiante ilustre esto en un único documento organizado que permita a los instructores ver fácilmente lo que los estudiantes han hecho y lo que ya estaba disponible. La desventaja de este enfoque es que requiere que los estudiantes dediquen más tiempo a organizar su diseño en el producto final (Jamieson & Herdtner, 2015).

Antes de comenzar a crear sus propios programas, los estudiantes deberían poder crear un modelo mental del programa. No es necesario que sea técnico, sino más bien explicar en pequeños pasos lo que debería suceder. La capacidad de hacer un modelo mental para resolver un problema y luego ejecutarlo con la sintaxis es una parte esencial de una tarea de programación. La creación de un diagrama de bloques, ayuda a dividir el programa en partes y a comprender qué tipo de funciones se necesitan para lograr el comportamiento deseado. Se debe alentar a los estudiantes a pensar en la programación como una serie de pequeños desafíos y luego construir y probar un paso a la vez (Karvinen, 2019).

También se deben introducir en el curso temas adicionales como la seguridad y privacidad de los datos y dispositivos. Las conferencias invitadas de miembros de la comunidad mejorarán el entusiasmo de los estudiantes por los cursos y reducirán aún más la carga del profesorado en el desarrollo y la enseñanza de nuevos cursos de Robótica y Sistemas Inteligentes. Incluir la "voz del cliente" como parte del curso piloto se puede considerar

demasiado ambicioso para un proyecto de un periodo lectivo, pero debería ser un componente de los proyectos que abarcan varios trimestres (Galluzzi, Berry, & Shibberu, 2017).

#### *Conclusiones*

Se considera que la enseñanza de robótica y sistemas inteligentes es parte de la cultura necesaria para el desarrollo actual, los microcontroladores embebidos y la IoT, permiten obtener soluciones a tareas que son innovadoras. La enseñanza por medio de proyectos realizados por equipos, se considera lo más adecuado, utilizando microcontroladores en una placa con acceso económico y software libre, más una comunidad de apoyo amplio en la red. Se debe diferenciar la capacitación en microcontroladores realizando tareas robóticas con dispositivos para soluciones en IoT que generalmente tienen una cuesta de aprendizaje más empinada.

Las cosas más complejas en el desarrollo de IoT que los estudiantes enumeran son: combinar un dispositivo con un sitio web, aprender un dominio completamente nuevo, programar desafíos, comprender las causas, el ritmo rápido de la enseñanza, elegir los componentes correctos y el funcionamiento del servidor (Karvinen, 2019).

La enseñanza ya está dándose y se tienen hallazgos que no deben desaprovecharse, esto ahorra tiempo y recursos a los esfuerzos para difundir y acrecentar el conocimiento y sus resultados.

#### *Recomendaciones*

La enseñanza de la robótica y los sistemas inteligentes, ha dado un salto hacia la universalidad de su uso. Pero apenas es un comienzo. Se debe mantener la actitud de aprender y cambiar, pues es muy seguro que nuevos desarrollos en el área de comunicaciones, miniaturización y potencia de cálculo van a empujar todavía más allá el quehacer de esta área.

### **Referencias**

1. Arduino. (01 de enero de 2021). *Arduino/Genuino UNO*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>&gt;
2. Dignal. (28 de marzo de 2015). Obtenido de Porque Arduino no es la herramienta correcta: <https://dignal.com/porque-arduino-no-es-la-herramienta-correcta/>
3. Galluzzi, V., Berry, C. A., & Shibberu, Y. (2017). A Multidisciplinary Pilot Course on the Internet of Things: Curriculum Development Using Lean Startup Principles. *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*. Columbus, Ohio.
4. Jamieson, P., & Herdner, J. (2015). More missing the Boat—Arduino, Raspberry Pi, and small prototyping boards and engineering education needs them. *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (págs. 1442-1447). El Paso, Texas: IEEE.
5. Karvinen, K. (2019). *Lowering barriers on embedded system design-Turning innovations into prototypes. Doctoral Dissertation*. Aalto: Aalto University.
6. Raspberry Pi Foundation. (24 de junio de 2019). Obtenido de What is a Raspberry Pi?: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>
7. Wikipedia contributors. (20 de septiembre de 2021). *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Obtenido de Raspberry Pi: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry\\_Pi&oldid=1045002660](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi&oldid=1045002660)
8. Wikipedia, La enciclopedia libre. (26 de junio de 2021). Obtenido de Atmega328: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Atmega328&oldid=136603139>

# Propuesta de Práctica para Calibrar Sensores Digitales para Microcontroladores en una Placa

M.I.I. Viridiana Nuñez Ríos<sup>1</sup>, Ramón Guilibaldo Romero Patiño<sup>2</sup>,  
Jessica Ortega Castillo<sup>3</sup>, Oscar Yovani Rodríguez Cervantes<sup>4</sup> y Carlos Andrés Cervantes Loyola<sup>5</sup>

**Resumen**—Se ha vuelto muy importante la educación en robótica y sistemas inteligentes, en general la construcción de sistemas embebidos basados en microcontroladores con sensores añadidos permite hallar soluciones que dan un comportamiento inteligente a muchos sistemas. Es necesario que se entienda el papel de los sensores para adquirir datos que el microcontrolador administrará, Un sensor trabajando correctamente proporcionará los datos correctos en el momento necesario. Es pues importante comprobar que el dato adquirido refleja realmente lo que sucede. Así pues quien hace estos sistemas embebidos debe asegurar que la toma de datos por el sensor es correcta. Se propone un esquema de práctica para que los estudiantes asimilen la importancia de ello y lo puedan ejercitar.

**Palabras clave**—sensores, microcontroladores, robótica, calibración

## Introducción

Siempre hay algún tipo de medida que es uno de los principales parámetros en un sistema o proceso. Se puede crear un sistema de adquisición de datos para mediciones del parámetro de interés utilizando Arduino combinado con sensores adecuados. Arduino tiene buena confiabilidad, robustez, conexión estable, bajo precio y puede usarse como control de sistema desde varios niveles de complejidad del sistema (Arduino, 2021). Arduino puede ser un dispositivo de adquisición de datos válido si el sensor está calibrado correctamente. Se prefiere utilizar una combinación de sensores con Arduino debido a su fácil uso y precios de dispositivo relativamente económicos. Sin embargo, no muchos conocen el efecto del nivel de error generado por el sensor. En caso de mediciones con un rango de medición pequeño, el valor de error tendrá un efecto significativo (Koestoer, Saleh, Roihan, & Harinaldi., 2019).

Hoy en día, existen muchos sensores que se pueden conectar directamente al microcontrolador para medir y calcular el valor de interés de forma inmediata. Sin embargo, los sensores existentes están diseñados y probados para medir las condiciones de la ubicación donde se fabrica el sensor, lo que puede provocar una desviación de los resultados en otras ubicaciones. Por tanto, conviene conocer con mayor precisión las características del sensor a utilizar en algún lugar de interés. Esta calibración se realiza comparando el valor obtenido en el sensor con el valor obtenido de la medición manual por un método estandarizado que se tomó al mismo tiempo.

La ventaja del sensor digital, controlado por el microcontrolador es que es relativamente barato y se obtienen fácilmente a través de compras en línea. Los datos recopilados se ajustarán para la salida del sensor para que el valor detectado y que genere un valor medida cercano al obtenido con el método estándar. Al final, el sensor digital tiene características diferentes a las especificaciones existentes en la hoja de datos, y la calibración puede mejorar el rendimiento del sensor digital después de la calibración (Koestoer, Pancasaputra, Roihan, & Harinaldi., 2019).

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Se estuvo buscando en la literatura técnica correspondiente, los procedimientos para calibrar sensores digitales para la adquisición de datos en particular con Arduino. Se entiende que la opción de quien esta haciendo un dispositivo inteligente de este tipo está buscando sensores fáciles y económicos de adquirir que se puedan manejar con microcontrolador que es de fácil adquisición y que tiene el respaldo de mucha información disponible para encontrarse en línea.

Se formo una lista de algunos de los tipos de sensores digitales más empleados y se busco un método de calibración reportado con sus resultados.

<sup>1</sup> La M. I. Viridiana Núñez Ríos es Profesora de Ingeniería Industrial en el TecNM / IT de Celaya. [viridiana.nunez@itcelaya.edu.mx](mailto:viridiana.nunez@itcelaya.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Ramón Guilibaldo Romero Patiño es estudiante de Ingeniería Industrial en el TecNM / IT de Celaya [16030164@itcelaya.edu.mx](mailto:16030164@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Jessica Ortega Castillo es estudiante de Ingeniería Industrial en el TecNM / IT de Celaya [18030239@itcelaya.edu.mx](mailto:18030239@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Oscar Yovani Rodríguez Cervantes es estudiante de Ingeniería Industrial en el TecNM / IT de Celaya [16030136@itcelaya.edu.mx](mailto:16030136@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Carlos Andrés Cervantes Loyola es estudiante de Ingeniería Mecatrónica en el TecNM / IT de Celaya [17030913@itcelaya.edu.mx](mailto:17030913@itcelaya.edu.mx)

Los autores de este artículo participan en el proyecto **TecNM 10173.21-P**



A partir de los métodos estudiados se formuló un procedimiento general de calibración, plasmado en un diagrama para mejor entendimiento y comunicación. Después se programan la reproducción de los métodos encontrados para definir de manera más precisa las instrucciones y apoyos para práctica.

### Comentarios Finales

#### Resultados

Para la realización de prácticas de calibración, se tiene que cubrir varios pasos básicos:

- **Los Materiales:** los sensores a utilizar con su documentación indicando rango de medición, precisión, voltaje de operación; en general esta información está en una hoja de datos, que en muchas ocasiones se puede consultar en línea. El número de sensores debe ser suficiente para obtener varias repeticiones de la medición simultáneamente y poder tener una estimación de error. Un estándar de medición que indique como se debe realizar la medición con un aparato estándar que también este disponible. Los mecanismos necesarios para realizar cambios controlados en las condiciones de medición. Por supuesto un microcontrolador Arduino Uno mas los elementos de conexión y energía necesarios.
- **Aparato de calibración.** El estándar de medición señalará la disposición de los elementos necesarios para poder hacer las mediciones en condiciones controladas y reproducibles. Se tendrá que preparar estas condiciones mediante la construcción de los elementos que formen el aparato necesario. El proceso de medición debe contar con la captura de todos los datos, siendo muy importante los tiempos de ejecución.
- **Proceso de Calibración.** Los datos obtenidos con el procedimiento estándar se comparan con los datos obtenidos por los sensores, su diferencia es el error de medición. El error se modela por medio de una regresión lineal.
- **Análisis de Calibración.** La ecuación de la línea de regresión se usa para transformar una lectura de sensor en una lectura del dispositivo usado con el estándar. La ecuación de transformación se puede programar en Arduino para corregir el dato. Para ver si el modelo de calibración funciona se realiza la medición nuevamente y se compara el error posterior con el obtenido originalmente.

La figura 1 a continuación presenta los elementos a cubrir en cualquier práctica de calibración de sensores digitales conectados a un microcontrolador.

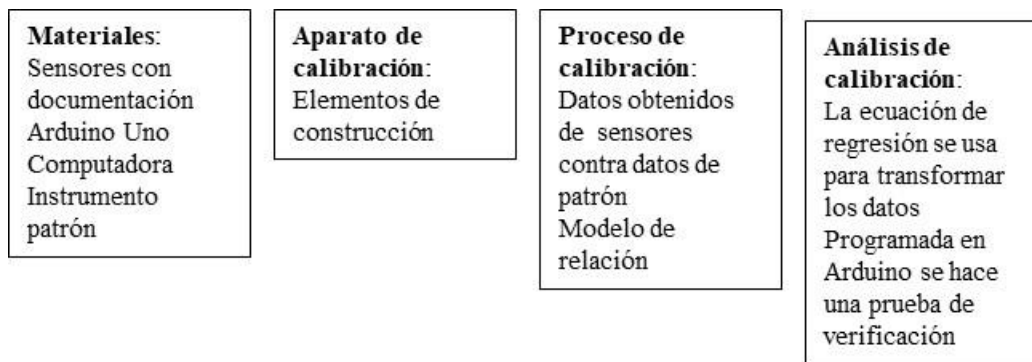


Figura 1 Elementos para la práctica de calibración de sensores digitales

#### Caso de medición de temperatura

Una medición común es la temperatura se ejemplifican los pasos de calibración de un sensor de temperatura, KEYES-KY028 (ArduinoModules, 2020). Los datos son: KY-028 consiste en un termistor NTC, un comparador diferencial dual LM393, un potenciómetro recortador de 3296W, seis resistencias y dos LED indicadores. La placa cuenta con una salida analógica y una digital. Voltaje de funcionamiento 3.3V a 5.5V. Rango de medición de temperatura de -55 °C a 125 °C [-67 °F a 257 °F]. Precisión de la medición  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ . Dimensiones de la placa 15mm x 36mm [0.6in x 1.4in]. La calibración se realiza por el método de comparación, usando como medio de comparación un baño líquido. Se mide la resistencia eléctrica entre el aislamiento y los terminales de conexión; esta debe ser como mínimo 1 M $\Omega$ , en caso contrario, indicaría que hay contacto eléctrico entre el sensor y la cubierta del termómetro lo que no hace apto el termómetro para calibrar.

Equipamiento y materiales. Para realizar la calibración de termómetros digitales el laboratorio debería disponer de:

- Medio de comparación: baño líquido u horno de bloque metálico según sea el caso de aplicación.



- Termómetros patrones: Idealmente el termómetro patrón debería presentar una mejor resolución que el Sensor a calibrar, sin embargo, en algunas ocasiones, esto no es posible. Un termómetro patrón constituye un patrón con trazabilidad al SI, cuya incertidumbre de medición sea menor a la que reporta el laboratorio de calibración.
- Computador personal.(Puede ser Raspberry Pi (Raspberry Pi Foundation, 2019))
- Vaso Dewar (aislamiento térmico).
- Desionizador de agua / agua desionizada
- Molino de hielo.
- Termohigrómetro.

El procedimiento estándar puede ser el que una autoridad encargada de metrología proporcione o un estándar especializado, El Instituto Nacional de Metrología de Colombia ha publicado una guía para este caso (Instituto Nacional de Metrología de Colombia, 2019). Se basa en la comparación de temperaturas en tres valores de temperatura, se usa un rango de temperatura dentro del rango de medición del sensor. Un caso típico es usar la temperatura del agua con hielo, una temperatura ambiente típica y el punto de ebullición del agua. Se miden las temperaturas repetidas veces y se forma un modelo de regresión que relaciona la temperatura del termómetro de referencia contra las medidas del sensor. La ecuación usada en sentido inverso sirve para convertir entonces la temperatura del sensor en la lectura del termómetro de referencia. Esto se puede hacer en el Arduino programando y se puede repetir las mediciones con los sensores calibrados y comparar.

#### Conclusiones

Se debe reconocer la necesidad de asegurar la precisión de las lecturas obtenidas en los sensores digitales conectados a un microcontrolador, la calibración permite hacer esto. Existen estándares para casi todas las mediciones que se pueden hacer con un sensor digital. Se debe practicar este ejercicio para crear el hábito de conocer la precisión de las mediciones obtenidas. Se tiene un procedimiento general para la práctica y basta con identificar el tipo de sensor con su documentación y un estándar para la medida de interés, así se inicia.

#### Recomendaciones

Se debe formular un plan de diseño de prácticas de calibración de sensores digitales a partir de una lista de las mediciones más usuales.

#### Referencias

- Arduino. (01 de enero de 2021). *Arduino/Genuino UNO*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>&gt;
- ArduinoModules. (31 de agosto de 2020). Obtenido de KY-028 Digital Temperature Sensor Module: <https://arduinomodules.info/ky-028-digital-temperature-sensor-module/>
- Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2019). *GUÍA PARA LA CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DIGITALES CON SENSOR TIPO PRT, TERMISTOR Y TERMOPAR EN BAÑOS LÍQUIDOS Y HORNOS DE BLOQUE METÁLICO*. Bogota, Colombia: INM.
- Koestoer, R. A., Pancasaputra, N., Roihan, I., & Harinaldi. (2019). A simple calibration methods of relative humidity sensor DHT22 for tropical climates based on Arduino data acquisition system. *AIP Conference Proceedings*. 2062, págs. 020009-1–020009-7. Bali, INDONESIA: AIP Publishing. doi:10.1063/1.5086556
- Koestoer, R. A., Saleh, Y. A., Roihan, I., & Harinaldi. (2019). A simple method for calibration of temperature sensor DS18B20 waterproof in oil bath based on Arduino data acquisition system. *AIP Conference Proceedings*. 2062, págs. 020006-1–020006-8. Bali, INDONESIA: AIP Publishing. doi:10.1063/1.5086553
- Raspberry Pi Foundation. (24 de junio de 2019). Obtenido de What is a Raspberry Pi?: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>

#### Notas Biográficas

La M. I. Viridiana Núñez Ríos es Profesora de Ingeniería Industrial en el TecNM / IT de Celaya. Ha estado realizando la réplica de prácticas con el microcontrolador Arduino UNO y el microcomputador Raspberry Pi, dentro del Proyecto del TecNM: clave 10173.21-P

# Análisis del Desempeño de Materiales Termoeléctricos Empleando MATLAB

Ing. Baltazar Ocampo Flores<sup>1</sup>, Dr. Miguel Ángel Olivares Robles<sup>2</sup>, M. en C. Carlos Alberto Badillo Ruiz<sup>3</sup>

**Resumen**—En la creación de un dispositivo nuevo es necesaria la planeación, diseño y simulación de este. Estos procesos se pueden realizar a través de la creación de software para su ejecución. El análisis de un módulo generador termoeléctrico en condiciones realistas requiere un software de simulación precisa, que proporcione información sobre características eléctricas y térmicas en función de la temperatura. En este trabajo exploramos el desempeño de materiales termoeléctricos convencionales y nanoestructurados en un generador termoeléctrico empleando software desarrollado en MATLAB, recientemente propuesto. La solución de las ecuaciones termoeléctricas básicas incluye las temperaturas en las uniones, así como las propiedades termoeléctricas dependientes de la temperatura. A causa de las pérdidas térmicas en los elementos pasivos, las temperaturas pueden variar significativamente. Nuestros resultados muestran el comportamiento de la eficiencia y potencia generada en términos de la resistencia de carga y del flujo de calor en el lado caliente del generador.

**Palabras clave**—Generador termoeléctrico, Materiales nanoestructurados, MATLAB

## Introducción

En los módulos termoeléctricos (TEM) el rendimiento se ve afectado por diversos aspectos. Para la fabricación de un TEM es necesario un proceso de análisis previo, en el cual se evalúe el desempeño de este. Comúnmente, la información de rendimiento de un TEM se proporciona en su hoja de datos, aunque dichos datos difieren a los obtenidos en la vida real donde no se puede obtener una condición de flujo de calor constante. Aquí es donde los métodos numéricos contribuyen para determinar valores y optimizar parámetros críticos.

Algunos aspectos que afectan la potencia de salida real y la eficiencia son los elementos pasivos. Un TEM está constituido comúnmente de diversos pares de elementos termoeléctricos (TE) de tipo n y tipo p conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Los electrodos que conectan a los elementos tipo n y tipo p, añaden una resistencia de contacto eléctrico y una resistencia térmica, así como otras uniones o adhesivos. Por lo general, los sustratos cerámicos proporcionan aislamiento eléctrico y soporte mecánico. Igualmente, al aplicar calor de una fuente y hacer uso de un disipador de calor, ordinariamente se utilizan láminas de grafito, almohadillas de silicio o pasta térmica para mejorar el contacto con TEM's. Despreciar esas resistencias térmicas conlleva a una sobreestimación considerable de parámetros como la potencia y la eficiencia (Kim, Liu, & Ren, 2017).

Las ecuaciones básicas que describen a los pares termoeléctricos contienen parámetros que se encuentran en función de las temperaturas de las uniones entre pares termoeléctricos y electrodos. Sin embargo, mientras que las temperaturas de los lados externos caliente y frío ( $T_h$  y  $T_c$  respectivamente) se conocen en procedimientos de prueba y aplicaciones reales, las temperaturas reales en las uniones de termoelementos,  $T_h^*$  y  $T_c^*$ , son desconocidas y normalmente no se pueden medir. Estas últimas son diferentes de las temperaturas aplicadas porque las caídas de temperatura,  $\delta T_h$  y  $\delta T_c$ , aparecen a través de capas térmicas dentro y fuera del TEM, así:

$$T_h^* = T_h - \delta T_h \quad y \quad T_c^* = T_c - \delta T_c \quad (1 \text{ y } 2)$$

Debido a que los parámetros anteriores dependen del flujo de calor, que a su vez depende del gradiente de temperatura, de las propiedades del material dependientes de la temperatura ( $\alpha(T)$ ,  $\kappa(T)$ ,  $\rho(T)$ ) y la corriente eléctrica  $I(T)$ , las ecuaciones no lineales resultantes generalmente no se pueden resolver en forma cerrada. Al considerar únicamente las mayores diferencias de temperatura externa, lo que equivale a despreciar los valores de interconexiones metálicas y de las placas de cerámica, se sobreestima la potencia de salida y la eficiencia. A menudo, modelos analíticos asumen propiedades del material independientes de la temperatura, lo que conduce a una

<sup>1</sup> El Ing. Baltazar Ocampo Flores es actualmente estudiante de maestría en Ingeniería en Sistemas Energéticos en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán (ESIME Culhuacán) Instituto Politécnico Nacional (IPN) baltazar.oaf@gmail.com

<sup>2</sup> El Dr. Miguel Ángel Olivares Robles recibió el grado de Maestro en Ciencias en Física y el Grado de Doctor en Ciencias en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Iztapalapa), actualmente es Profesor Investigador Titular, definitivo y de tiempo completo en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Culhuacán del IPN olivares@ipn.mx

<sup>3</sup> El M en C Carlos Alberto Badillo Ruiz es actualmente estudiante de Doctorado en Nanociencias y Micro-Nanotecnologías en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, cbadillor0800@alumno.ipn.mx

desviación significativa del modelo dependiente de la temperatura, como ya se ha descrito. Otros métodos desprecian el efecto Peltier o el calentamiento Joule y el calentamiento Thomson en el flujo de calor para simplificar las ecuaciones no lineales, asumiendo que las temperaturas son constantes. Conjuntamente, la resistencia de carga afecta a la corriente y a su vez al comportamiento térmico, por lo que no deben considerarse constantes en función de la temperatura (Ebling, Bartel, & Jagle, 2010).

Para resolver los problemas mencionados anteriormente, se han desarrollado modelos complejos para incluir resistencias térmicas y otros efectos secundarios en el sistema TEM. Gómez et al. desarrolló un sistema de ecuaciones no lineales con doce coeficientes, resuelto con un método iterativo, para investigar la resistencia de carga en las condiciones de trabajo. Su trabajo considera las resistencias térmicas de los elementos pasivos y la variación de temperatura con respecto a la resistencia de carga, mientras que, asumiendo propiedades constantes del material y sin efecto Thomson, se limita a un rango de baja temperatura. Huang et al. desarrolló un modelo basado en una ecuación cúbica para evaluar la diferencia de temperatura en la unión termoelectrica utilizando propiedades de material constante.

Mediante el análisis numérico del método de elementos finitos (FEM) es posible determinar las pérdidas térmicas con precisión, pero es necesario mucho tiempo computacional, en particular para la solución paramétrica, y es difícil implementar el sistema de generador termoelectrico completo. El análisis numérico por FEM se ha implementado tanto en el entorno ANSYS como en el COMSOL, limitado a un par termoelectrico o sin elementos pasivos. Larsson et al. desarrolló un modelo de elementos finitos para estudiar el módulo termoelectrico comercial con una lámina de grafito a partir de las propiedades del material, mostrando la diferencia con una solución analítica, que no considera las temperaturas internas. Kim desarrolló un método de volumen finito 2-D para la simulación de un par termoelectrico que incluye las resistencias térmica y eléctrica de los electrodos y las propiedades dependientes de la temperatura, pero solo se determina correctamente el comportamiento de un solo par, estando lejos de ser una descripción completa del sistema TEM/TEG (Ferrario, Boldrini, Miozzo, & Fabrizio, 2019).

Aunque se han desarrollado modelos e interfaces en MATLAB para sistemas fotovoltaicos y termoelectricos (TE), en los últimos no se ha tomado en cuenta la dependencia de la temperatura de las propiedades del material y la temperatura real de los elementos. En este trabajo se consideran el efecto del calentamiento de Joule, Peltier y Thomson.

La nanoestructuración se centra en reducir la conductividad térmica sin afectar significativamente la conductividad eléctrica y aumentar el coeficiente de Seebeck. Los materiales nanoestructurados presentan una alternativa en el avance para la optimización de la figura de mérito (ZT). La eficiencia máxima de un material termoelectrico depende de las propiedades termoelectricas dependientes a su vez de la figura de mérito,  $ZT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$ , donde  $\alpha$  es el coeficiente de Seebeck,  $\kappa$  es la conductividad térmica, y  $\sigma$  es la conductividad eléctrica. Es comúnmente conocido que los materiales nanoestructurados pueden exhibir cifras más altas de valores de mérito que los materiales convencionales, incluso en rangos de altas temperaturas. Para contextualizar lo antes mencionado, el material convencional  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  tiene un valor en la figura de mérito de  $ZT=0.7$ , mientras que el material nanoestructurado  $\text{PbTe}_{0.7}\text{S}_{0.3}$  dopado con K al 2.5% obtiene una figura de mérito  $ZT>2$  (Wu, y otros, 2014) (Snyder & Toberer, 2011).

Hu et al. propuso un método basado en microestructuras multiescala inducidas por la deformación en caliente (HD). Mostraron que la conductividad térmica de la red se redujo considerablemente por la presencia de nanoestructuras in situ, que fueron inducidas por recristalización. Durante el proceso HD se mejora la conductividad eléctrica, y aumenta el coeficiente de Seebeck. El alto rendimiento de los materiales nanoestructurados se debe a la reducción de la conducción bipolar en la conductividad térmica a través de las nano inclusiones por fresado y sinterización por plasma de chispa. Además, se ha demostrado que, mediante el control de arquitectura jerárquica, desde la escala atómica hasta la mesoescala de un material nanoestructurado PbTe de tipo p, una gran mejora en el rendimiento termoelectrico se logra con valores de  $ZT > 2$ . De este modo, la arquitectura jerárquica multiescala en el control de la dispersión de fonones ofrece una perspectiva realista de la recuperación de una parte significativa del calor residual.

## Descripción del Método

### *Ecuaciones de gobierno*

La termoelectricidad se fundamenta en los principios irreversibles de la termodinámica para la conversión de energía. La teoría lineal de Onsager describe la interacción de los flujos de calor y corriente eléctrica en un proceso termoelectrico a través de los coeficientes cinéticos que obedecen a las relaciones de reciprocidad de Onsager. La ecuación de flujo de calor considerando los procesos endotérmicos y el efecto exotérmico de Peltier está dada por

$$\nabla \cdot (\kappa \nabla T) - T \mathbf{J} \cdot \nabla \alpha = \frac{-J^2}{\sigma} \quad (3)$$

donde  $\kappa, J, \alpha$  y  $\sigma$  son la conductividad térmica, la densidad de corriente, el coeficiente de Seebeck y la conductividad eléctrica, respectivamente. En general,  $\kappa(T), \alpha(T)$  y  $\sigma(T)$  dependen de la temperatura. Teniendo en cuenta el efecto Seebeck, la ecuación del campo eléctrico está dada por

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla V + \alpha \sigma \nabla T) = 0 \quad (4)$$

El potencial eléctrico se define como  $V$ . El efecto Peltier, que explica el flujo de calor  $q$  en los termoelementos, se expresa por

$$\mathbf{q} = \kappa \nabla T + \alpha \mathbf{J} T \quad (5)$$

Las ecuaciones (3) y (5) se combinan para obtener la tasa de transferencia de calor del lado frío ( $Q_c$ ) y la tasa de transferencia de calor del lado caliente ( $Q_h$ ) del TEG.

La potencia de salida ( $P_e$ ) del sistema se puede expresar en términos de la resistencia de carga  $R_L$

$$P_e = I^2 R_L \quad (6)$$

El voltaje se define como

$$V = \alpha(T_h - T_c) \quad (7)$$

y la corriente eléctrica se expresa como

$$I = \frac{V}{R_L + R_{int}} = \frac{\alpha(T_h - T_c)}{R_L + R_{int}} \quad (8)$$

donde  $R_{int}$  es la resistencia interna del TEG. Es posible expresar la resistencia interna del termopar  $R_{int}$  en forma explícita, como

$$R_{int} = \frac{1}{A_p} \left( \frac{L}{\sigma_p} \right) + \frac{1}{A_n} \left( \frac{L}{\sigma_n} \right) + R_{cu} \quad (9)$$

donde el índice  $p$  o  $n$  se refiere al tipo de material, y  $R_{cu}$  es la resistencia de los electrodos de cobre por su un modelo sin segmentar. La relación entre la resistencia de carga y la resistencia interna del TEG está definida como

$$m = \frac{R_L}{R_{int}}$$

La eficiencia del termoelemento está dada por

$$\eta = \frac{P_e}{Q_h} = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$$

Los TEG's se han caracterizado por tener un bajo rendimiento debido al uso de materiales convencionales que solo permiten operar por debajo de 200 °C. Recientemente se ha demostrado que utilizando técnicas como la nanoestructuración en materiales termoeléctricos, los TEG's pueden operar a temperaturas superiores a 500 °C, haciendo que los dispositivos TEG ahora sean una tecnología comercialmente viable. Las estructuras analizadas en este trabajo han sido estudiadas en la literatura considerando las ecuaciones de gobierno aquí presentadas (Zhang, 2015).

En este trabajo, se utilizan los materiales termoeléctricos dependientes de la temperatura, SrTe 4 mol % dopado con 2 mol % Na para elementos de tipo p y Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-b, para elementos de tipo n. Se ha demostrado que estos materiales,

normalmente utilizados en aplicaciones de recolección de energía, ofrecen una eficiencia óptima (Olivares-Robles, Badillo-Ruiz, & Ruiz-Ortega, 2020).

### Resultados

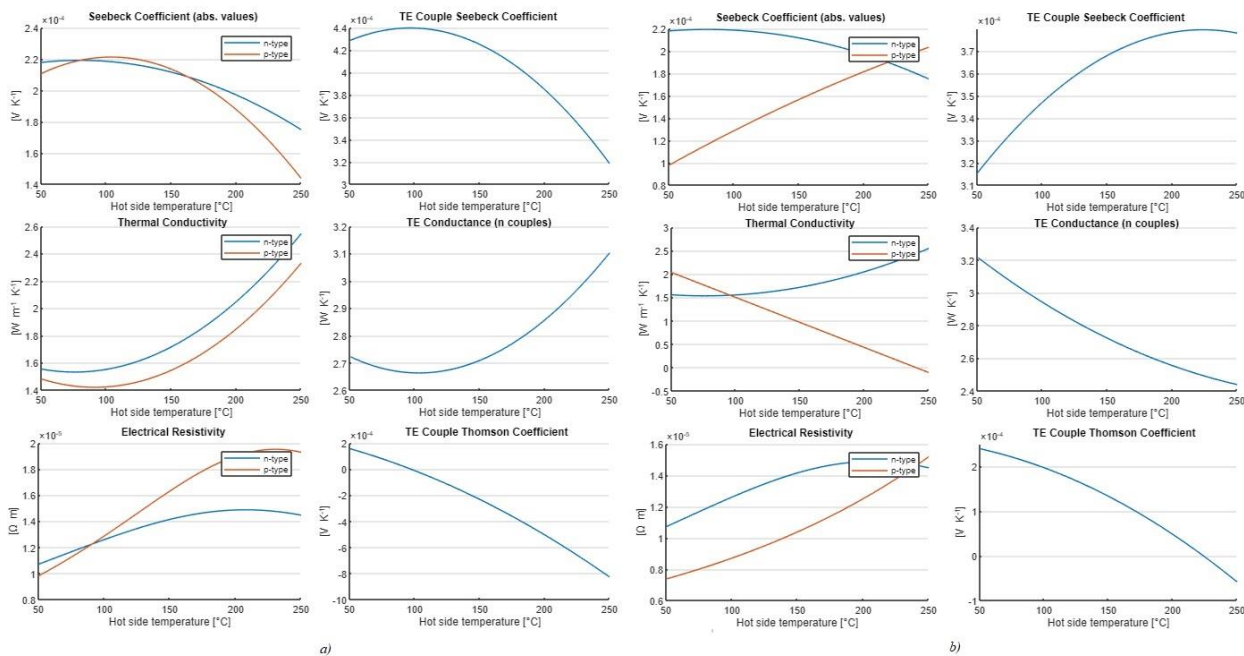
En este trabajo, al analizar el desempeño de dos casos de pares termoeléctricos, el primero con materiales convencionales en ambas piernas y, el segundo con una combinación de un material convencional en la pierna tipo n y un material nanoestructurado en la pierna tipo p, se observó un incremento en los valores de la eficiencia para el segundo caso.

Los materiales utilizados son el  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b (convencional) y el SrTe (nanoestructurado) con los coeficientes polinomiales mostrados en el cuadro 1.

Propiedad	Tipo n $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b			Tipo p $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b		
	$x^2$	$x$	$c$	$x^2$	$x$	$c$
$\alpha$	0.0015	-1.0806	-28.3380	-0.0036	2.7438	-296.2143
$\kappa$	0.0000	-0.0234	5.6060	0.0000	-0.0264	6.2216
$\sigma$	0.0106	-10.1605	3113.7	0.0156	-15.7081	4,466.4
Propiedad	Tipo n $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b			Tipo p SrTe		
	$x^2$	$x$	$c$	$x^2$	$x$	$c$
$\alpha$	0.0015	-1.0806	-28.3380	-0.0006	1.0358	-174.4900
$\kappa$	0.0000	-0.0234	5.6060	0.0000	-0.0107	5.4900
$\sigma$	0.0106	-10.1605	3113.7	0.0044	-7.2169	3,230.0

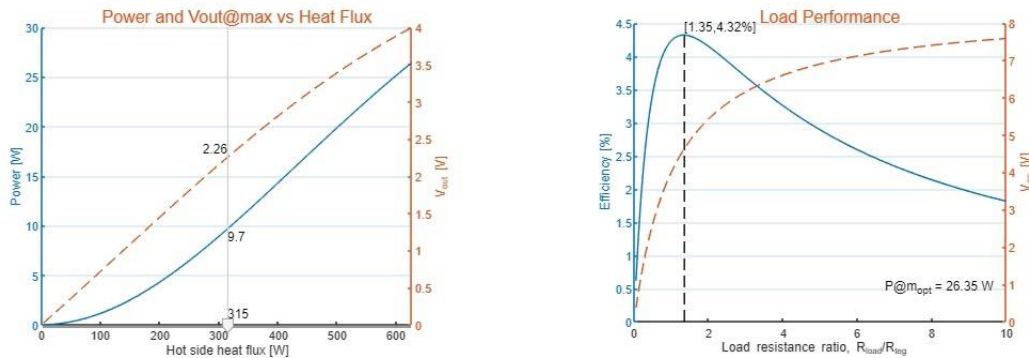
**Cuadro 1** Coeficientes polinomiales de materiales termoeléctricos analizados. La  $x$  indica la variable con su grado correspondiente en el polinomio y la  $c$  la constante en el mismo.

La Figura 1 muestra los valores del coeficiente Seebeck, la conductividad térmica y la resistividad eléctrica para cada uno de los elementos (tipo n y tipo p) en las gráficas con dos curvas y el coeficiente Seebeck, la conductancia y el coeficiente Thomson para el par termoeléctrico (Las figuras incluidas en este trabajo contienen texto en el idioma inglés debido a que es el idioma en el cual se ha diseñado el software utilizado).

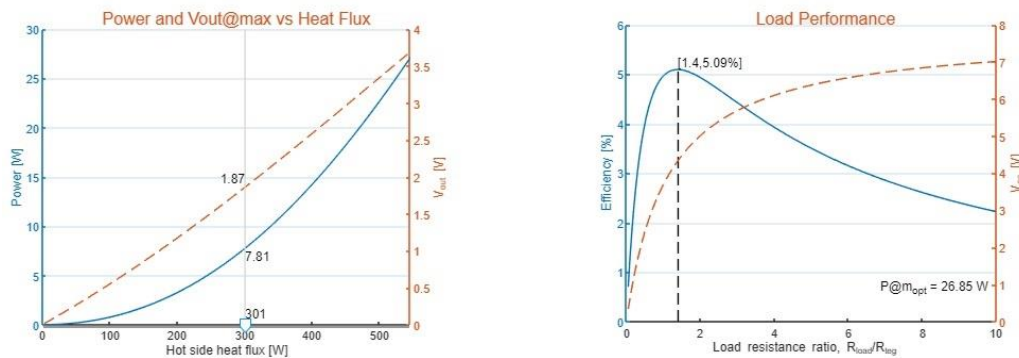


**Figura 1** Valores de propiedades dependientes de la temperatura obtenidos con software desarrollado en MATLAB recientemente propuesto. Las graficas del grupo *a*) pertenecen al par con  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b en ambos elementos, y las del grupo *b*) pertenecen a la combinación de  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ -b en el elemento tipo n con SrTe en el elemento tipo p del par.

Las figuras 2 y 3 muestran los valores de la eficiencia y la potencia de los pares termoelectricos, donde es posible apreciar un incremento en 0.77% en los valores de eficiencia correspondientes al par en el cual se utiliza SrTe respecto al par homogéneo.



**Figura 2** Valores de eficiencia y potencia para Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-b en ambos elementos obtenidos con software desarrollado en MATLAB recientemente propuesto.



**Figura 3** Valores de eficiencia y potencia para Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-b en el elemento n y SrTe en el elemento P obtenidos con software desarrollado en MATLAB recientemente propuesto.

### Comentarios Finales

Los valores de las temperaturas con las cuales se trabajó fueron  $T_c = 50^\circ\text{C}$  para la cara a temperatura baja y  $T_h = 250^\circ\text{C}$  para la cara a alta temperatura.

### Conclusiones

Se comprobó que el uso de un material nanoestructurado en un par termoelectrico en el elemento tipo p mejora el desempeño del par y del elemento (las curvas del coeficiente Seebeck presentan pendiente positiva), con un incremento en el rango de temperaturas de trabajo, frente a un par con material convencional utilizado para los elementos tipo n y tipo p.

La combinación del material Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-b en el elemento tipo n y el material SrTe en el elemento tipo p muestra una mejora en la eficiencia del TEG en un 0.77%.

### Recomendaciones

Para el publico que desee continuar con nuestro trabajo, podría realizar analisis en pares homogeneos con materiales nanoestructurados.

### Referencias

- Callen, H. B. (1948). The application of onsager's reciprocal relations to thermoelectric, thermomagnetic, and galvanomagnetic effects. *Physics*, 1349.
- Chen, W.-H., Wu, P.-H., & Lin, Y.-L. (2018). Performance optimization of thermoelectric generators designed by multi-objective genetic algorithm. *Apply Energy*, 211-213.



- Ebling, D., Bartel, M., & Jagle, M. (2010). Module Geometry and Contact Resistance of Thermoelectric Generators Analyzed by Multiphysics Simulation. *Journal of Electronic Materials*, 1376-1380.
- Ferrario, A., Boldrini, S., Miozzo, A., & Fabrizio, M. (2019). Temperature dependent iterative model of thermoelectric generator including thermal losses in passive elements. *Applied Thermal Engineering*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.01.031>
- Gomez, M., Reid, R., Ohara, B., & Lee, H. (2013). Influence of electrical current variance and thermal resistances on optimum working conditions and geometry for thermoelectric energy harvesting. *Journal of Applied Physics*, 133.
- Hu, L.-P., & al., e. (2014). Shifting up the optimum figure of merit of p-type bismuth telluride-based thermoelectric materials for power generation by suppressing intrinsic conduction. *NPG Asia Mater*, 88.
- Huang, G.-Y., Hsu, C.-T., & Yao, D.-J. (2014). Model for Increasing the Power Obtained from a Thermoelectric Generator Module. *Journal of Electronic Materials*, 2337-2343.
- Kim, C. (2018). Development of a numerical method for the performance analysis of thermoelectric generators with thermal and electric contact resistance. *Applied Thermal Engineering*, 408-417.
- Kim, H., Liu, W., & Ren, Z. (2017). The bridge between the materials and devices of thermoelectric power. *Energy Environ*, 69-85.
- Larsson, A., Tollefsen, T., Lovvik, O., & Aasmundtveit, K. (2017). Thermoelectric module for high temperature application. *16th IEEE Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems* (págs. 719-725). ITherm.
- Olivares-Robles, M. A., Badillo-Ruiz, C. A., & Ruiz-Ortega, P. E. (2020). A comprehensive analysis on nanostructured materials in a thermoelectric micro-system based on geometric shape, segmentation structure and load resistance. *Scientific reports*. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-78770-9>
- Zhang, Y. (2015). High-temperature and high-power-density nanostructured thermoelectric generator for automotive waste heat recovery. *Energy Conversion and Management*, 946-950.