

# Análisis de las Emociones, Obstáculos y el Desarrollo de Habilidades Digitales de los Estudiantes Universitarios en Época de Pandemia

Víctor Levi González Ajuech Dr<sup>1</sup>, Dr<sup>2</sup>. Amalia Hernández Rodríguez<sup>2</sup>, Dr<sup>3</sup> Pedro Celestino Ramírez<sup>3</sup>,  
Dr<sup>4</sup> Ma. Elena Montes Almanza<sup>4</sup>

**Resumen**—Con la presente investigación se realizó un análisis sobre las emociones y obstáculos que los estudiantes han experimentado durante la época de pandemia, enfrentando un desafío en el contexto académico y social, obligados a desarrollar de forma inmediata habilidades y competencias digitales que dieron origen a conductas antes no experimentadas, pero a la vez enriqueciendo las habilidades blandas para hacer frente a la readaptación de los programas académicos convertidos en clases virtuales e híbridas. Los resultados que se muestran fueron determinados por las encuestas aplicadas a 3 universidades, dos de ellas públicas y una universidad privada, ubicadas en la ciudad de Santiago de Querétaro, principalmente en las carreras de Ingenierías en gestión empresarial, mecánica, industrial, materiales y química en materiales de primer a octavo semestre. Dentro de las emociones más citadas se encuentran la frustración y la presión que los estudiantes tienen ante las clases virtuales, pero a la vez consideran esto como una oportunidad de aprendizaje y adquisición de nuevas habilidades y competencias.

**Palabras clave**—emociones, obstáculos, habilidades digitales, habilidades blandas, conductas.

## Introducción

A dos años de que inicio la pandemia mundial del virus SARS-CoV-2 o COVID-19, originada en China a finales de 2019 y decretada en México el 16 de marzo de 2020 suspendiendo las clases presenciales como parte de las medidas de emergencia social que motivaron el confinamiento que dio lugar a un retorno parcial de actividades el 1 de junio de 2020, sin embargo la falta de una vacuna efectiva no permitió el regreso a la normalidad en su totalidad de manera inmediata, por otro lado, la pandemia generó varios problemas sociales, económicos, emocionales como producto de una forma de vida y convivencia diferente al habitual.

De acuerdo con Castillo et al (2021) las instituciones educativas se dieron a la tarea de identificar mecanismos para continuar con el proceso de aprendizaje continuó, encontrando en las plataformas y clases digitales un soporte que permitió la continuidad, generando con ello la educación virtual (p. 123).

Por su parte Galvan (2021) menciona que en el ámbito universitario los estudiantes tuvieron que adaptarse al uso de nuevas herramientas y diferentes modalidades de estudio tales como clases, trabajos y exámenes en línea, todo con el propósito de continuar con su aprendizaje y no afectar los planes de estudio.

Maleo (2021) refiere al hacinamiento por el que están pasando los estudiantes en el hogar ya que no empatiza con el espacio físico y la infraestructura tecnológica que habitualmente se tienen en las aulas presenciales, adicional a ello se encuentran aislados y sin el contacto de amigos y profesores, en la mayoría de los casos no tienen el apoyo de los padres ya que la pandemia también originó una baja en la economía familiar, por tanto, el estudiante se tiene que adaptar a un contexto completamente nuevo, que en ocasiones les genera estrés, ansiedad e inclusive violencia intrafamiliar.

Llegada la pandemia en un país tan lejano como lo es China solo éramos espectadores de una serie de sucesos que veíamos muy lejano llegar a nuestro país, pero una vez que se declara la pandemia y se implementaran acciones drásticas a toda la población surge el confinamiento como una nueva forma de convivencia que conlleva el

<sup>1</sup> El Dr<sup>1</sup>. Víctor Levi González Ajuech es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto., y Profesor del Depto. de Metal Mecánica del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [victor.ga@queretaro.tecnm.mx](mailto:victor.ga@queretaro.tecnm.mx). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dr<sup>2</sup>. Amalia Hernández Rodríguez es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto. y Profesora del Depto. Ciencias Económico-Administrativas del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [amalia.hr@queretaro.tecnm.mx](mailto:amalia.hr@queretaro.tecnm.mx)

<sup>3</sup> El Dr<sup>3</sup>. Pedro Celestino Ramírez es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión Empresarial de la Universidad del Centro del Bajío y Profesora del Depto. de Sistemas y Computación del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [pedro.r@queretaro.tecnm.mx](mailto:pedro.r@queretaro.tecnm.mx)

<sup>4</sup> La Dr<sup>4</sup>. Ma. Elena Montes Almanza es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto. y Profesor del Depto. de Sistemas y Computación del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [elena.ma@queretaro.tecnm.mx](mailto:elena.ma@queretaro.tecnm.mx)

establecimiento de procedimientos para poder interactuar de manera limitada o incluso distante a través del uso de las tecnologías digitales.

En el ámbito educativo tal y como refieren Castillo, Galván y Maleo, se presentan herramientas de aprendizaje para las nuevas generaciones y más difícil aun para aquellos que se encuentran en una etapa a nivel profesional y requieren de formación académica tanto practica como teórica. Surgiendo de inmediato una bola de nieve en cuanto un cambio de hábitos, conductas y formas de aprendizaje que dejaran un vacío para la mayoría de las personas que no pudieron adaptarse, casi de manera inmediata.

De acuerdo al estudio realizado por Piñon et al (2021) en la universidad de Chihuahua, específicamente en de la facultad de Ciencias Políticas y sociales, se realizó una prueba a 692 alumnos, consistente en identificar los problemas más comunes que se derivaron a partir de las clases en línea, encontrándose los siguientes hallazgos: en cuanto al apoyo para la retroalimentación alumno-docentes usando las tecnologías , aproximadamente 5 de cada diez estudiantes (54.30%) hacen uso de las herramientas o plataformas educativas virtuales, refieren que los cursos se realizan principalmente por videoconferencias, sin embargo la retroalimentación de parte del docente la estiman ausente en un 38%. Por su parte el estudiante en un 44% refiere que extraña la interacción social que se da en el salón tanto con el docente como con los compañeros de clase. Asimismo, un 62% de los estudiantes consideró que la pandemia generada por COVID-19 les causó estrés y afecta su desempeño académico.

### Descripción del Método

El enfoque que se utilizó es de tipo cuantitativo, para Hernández y Mendoza (2018) éste sigue un patrón con el cual se puede explicar los fenómenos buscando observancias y relaciones causales entre elementos, con el propósito de generalizar los resultados y descubrimientos.

El diseño de investigación es no experimental, ya que se buscó el análisis de las categorías, y conceptos sin modificar ni estimular las variables, es decir, no se establece causalidad. Se considera un alcance en la investigación exploratorio y descriptivo.

La muestra que se consideró fue de 133 estudiantes de 3 diferentes universidades, considerando un método aleatorio simple enviando un cuestionario de Google Forms con 10 ítems que incluían preguntas relacionadas con el desarrollo de habilidades y competencias digitales, sentimientos, obstáculos y conductas experimentadas durante la pandemia.

Dicho cuestionario fue enviado a los correos electrónicos institucionales de los estudiantes durante el período noviembre-diciembre de 2021.

### Comentarios finales

#### Resultados

La figura No. 1, muestra los porcentajes de participantes por cada una de las facultadas en las que se aplicó siendo éstas la Universidad Autónoma de Querétaro (11 estudiantes) Universidad Marista de Querétaro (5 estudiantes) y al Tecnológico Nacional de México campus Querétaro (117 estudiantes), en total la muestra fue de 133 estudiantes de las carreras de Ingeniería en gestión empresarial en un 8.3%, Ingeniería en Materiales en un 17.3%, Ingeniería Mecánica en un 42.9%, Ingeniería Industrial en un 24.1% y Ingeniería química en Materiales en un 7.5%.

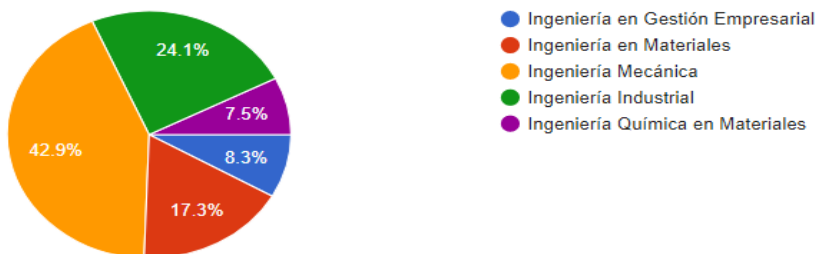


Figura 1. Facultades a quienes se aplicó la muestra del proyecto de investigación.

En cuanto a la pregunta ¿Cómo te sientes con el cambio de clases presenciales a virtuales debido a la contingencia sanitaria: Covid-19, los estudiantes se muestran presionados en un 14%, aislados en un 12%, frustrados 14% e , inconformes 12%; sin embargo, un gran porcentaje expresaron sentirse cómodos en un 13% y el 11% lo consideran una oportunidad.

Los porcentajes de cada factor se muestran en la figura No. 2.

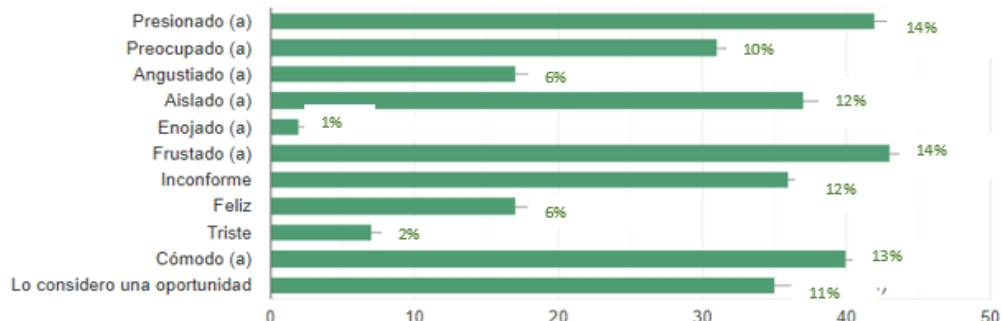


Figura 2. Sentimientos de los estudiantes respecto de las clases en línea.

Respecto de los obstáculos que los estudiantes más han encontrado, refieren a que los mayores obstáculos se presentan en la falta de un espacio físico adecuado (sin ruido) un 10%, falta de comunicación entre docente-estudiante en un 13%, falta de habilidad del docente para enseñar en línea y falta de concentración en un 14% cada una, la falta de conectividad (Problemas con Internet) en un 15% y finalmente la más preocupante la falta para el aprendizaje en línea. La tabla No. 1 muestra los porcentajes que cada uno de los estudiantes refirió en cuanto a los obstáculos presentados en sus clases en línea.

Porcentaje	Obstáculo
1%	Falta de habilidad para el manejo de la plataforma utilizada
1%	Falta de apoyo familiar
2%	Falta de equipo de computo
3%	Falta de adaptación familiar
3%	Falta de entrega de tareas oportunas
4%	Falta de interés por los estudios
4%	Mala calidad del audio y video
10%	Falta de espacio físico adecuado (Sin ruido)
13%	Falta de comunicación entre docente-estudiante
14%	Falta de habilidad del docente para enseñar en línea
14%	Falta de concentración
15%	Falta de conectividad (Problemas con Internet)
16%	Falta de habilidad para el aprendizaje en línea

Tabla 1. Obstáculos presentados en sus clases en línea.

Para dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las habilidades digitales que has desarrollado en época de COVID? Los estudiantes refieren que las habilidades de mayor relevancia que han desarrollado a lo largo de la pandemia son el trabajo en equipo con un 11%, la comunicación en un 16%, el manejo de estrés con un 18% y la organización y tiempos con un 15%

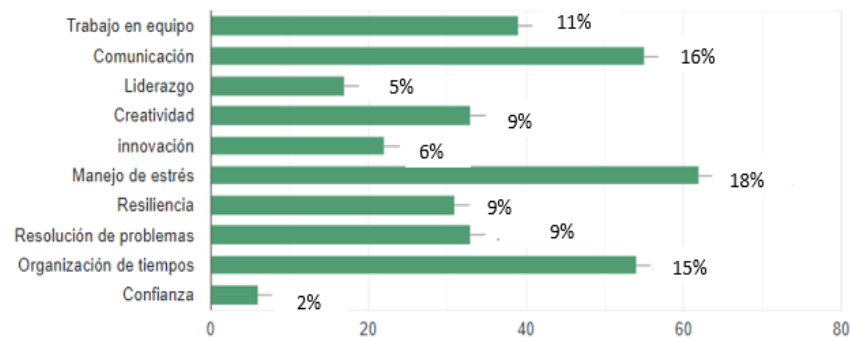


Figura 3. Habilidades desarrolladas por los estudiantes universitarios.

En cuanto al desarrollo de competencias, la que mayor han desarrollado los estudiantes es la de navegar en Internet, filtrar y búsqueda de datos en un 19%, seguida de compartir información por medios electrónicos con un 18% y la interacción a través de las tecnologías con un 15%. Por su parte la menos desarrollada es la de protección y dispositivos con un 1%, por lo cual se presenta una oportunidad para incrementar este concepto en los planes y programas que las 3 universidades estatales tienen.

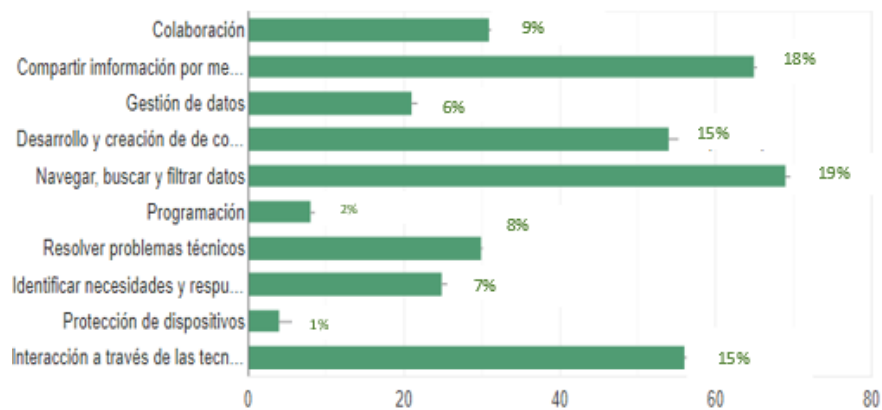


Figura 4. Competencias desarrolladas por los estudiantes Universitarios.

En relación a las conductas en el seno de las familias, los resultados se presenta en la figura No. 5, dentro de las cuales destaca la colaboración en los roles domésticos en un 16%, concepto que es comprensible dado el confinamiento familiar, sin embargo los estudiantes también presentan incremento en las actividades y cargas de trabajo con un 14%, situación que les provoca irritabilidad en un 13% y cansancio en un 11%, pese a todos estos factores los estudios reflejan que si han tenido depresión en un 6%, conflictos familiares en un 6% y tienen flojera y frustración en un 8% .

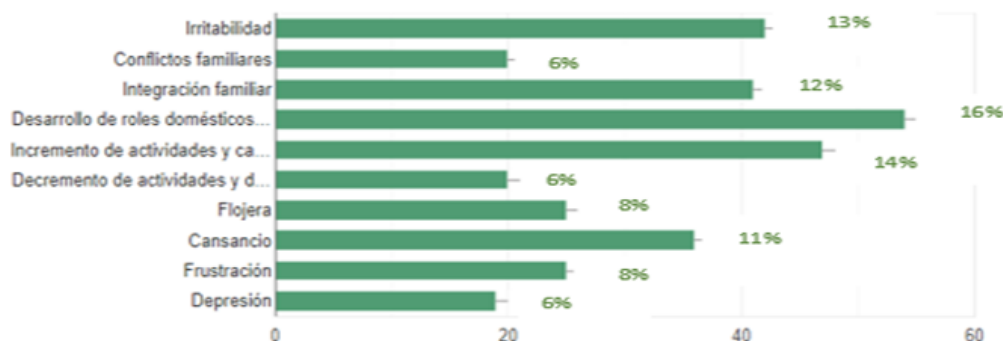


Figura 5. Conductas presentadas en el interior de las familias.

Para que los estudiantes continúen con sus clases en línea existen reequieren de motivación, comunicación entre estudiantes y la universidad, actitudes positivas y acompañamiento del profesorado, asesorías y empatía por parte de los docentes, la figura No. 6.

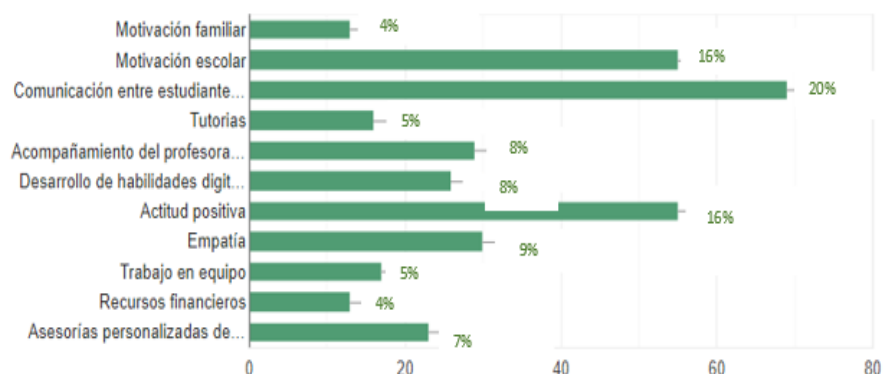


Figura 6. Factores que se requieren en caso de que los estudiantes continúen con sus clases en línea.

### Conclusiones

Con los resultados de la presente investigación se logró recabar información para comprender el sentir de los estudiantes de dos universidades públicas y una privada del nivel licenciatura sobre la experiencia durante el cambio de modalidad de presencial a virtual y en la actualidad a híbrida, así como las emociones, obstáculos y habilidades digitales que tuvieron que desarrollar en un tiempo muy corto e incluso inmediato.

Con dicha información pudimos contrastar las dificultades a las que se enfrentaron los jóvenes en esta transición, principalmente en sus inicios por cuestiones técnicas y de espacio, así mismo también hubo una afectación emocional al presentar algunos de ellos problemas de ansiedad, frustración o inconformidad, en contramedida también fue un detonante para tomarlo como un área de oportunidad para lograr adquirir nuevas habilidades digitales y sumada a estas como las de comunicación, manejo de estrés y manejo de su tiempo, dando como resultado una nueva normalidad al hacer de uso común el internet, la búsqueda de información en plataformas digitales e incluso las compras e interacciones interpersonales a distancia.

En la cuestión familiar también hubo adecuaciones pues te tuvo que compartir los espacios y hacer labores domésticas que antes no se realizaban de manera colaborativa.

### *Recomendaciones*

El aprendizaje virtual presenta actualmente un reto en la transferencia del conocimiento ya que adolece de la parte práctica en muchos casos de las materias de ingeniería que requieren ser atendidas en un segundo plano de momento y por ende los docentes deberán hacer un mayor esfuerzo de primera instancia en la parte de motivación y comunicación para continuar con ese vínculo de enseñanza aprendizaje, este tema resulta importante para darle continuidad a las investigaciones futuras y tomar como referencia los resultados aquí mostrados.

### **Referencias**

Castillo, R., Rodríguez, F. y Ruán C. (2021). *La educación en tiempos de pandemia*. <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1452>

Galvan, I. (2021). *Las clases virtuales durante la pandemia de COVID-19*. <https://scielo.isciii.es/pdf/fem/v24n3/2014-9832-fem-24-3-159.pdf>

Maleo, M. (2021, 14 de abril). *Habilidades 21 en tiempos de COVID*. *BID*. <https://blogs.iadb.org/educacion/es/habilidades21/>

Piñon, O., Nevárez, CR., Jáquez, JL., Ortega, CE y Loya, S. (202). *Barreras que enfrentan los estudiantes de la Universidad Autónoma de Chihuahua, al cambiar de la modalidad presencial a la virtual durante la emergencia sanitaria provocada por el Covid-19*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2562>

# Propuesta de un Modelo de Administración de Proyectos para la Dirección de Obras de Construcción de Cubiertas Metálicas Basado en las Guías de Referencia ISO 21500 y PMBOK: Caso de Estudio Construcciones y Entrepisos Metálicos S.A. de C.V.

Ing. Luis Enrique González García<sup>1</sup>, M.C. Raul Roberto Muñoz Chavez<sup>2</sup>

**Resumen**—El presente estudio tuvo como objetivo investigar sobre las mejores prácticas sugeridas en las guías de referencia ISO 21500 y PMBOK para la administración de proyectos, y así generar un modelo para la dirección de obras de construcción de cubiertas metálicas. Se desarrolló una revisión de los procesos actuales para la dirección de obras en comparativa con las sugerencias en las guías de referencia, con esto se determinaron los procesos y herramientas que son necesarios adaptar. Como resultado, se obtuvo un modelo simplificado con procesos de la administración de proyectos para las áreas de conocimiento de gestión de la integración, alcance, cronograma y costo, adecuado a las necesidades de la empresa. En conclusión, generar valor en una empresa constructora, implica que en las funciones administrativas las operaciones se manejen como proyectos, y es posible adaptar su marco de trabajo para obtener una ventaja competitiva sostenida en la administración de proyectos.

**Palabras clave**—Administración de proyectos, Proyectos de construcción, PMBOK, ISO 21500, Cubiertas metálicas.

## Introducción

El presente trabajo nace como una exploración sobre las mejores prácticas en la administración de proyectos utilizadas en todo tipo de industrias, y la adaptación de marcos de trabajo regulares y sistemáticos, que permitan a una empresa de construcción obtener éxito al proporcionar un producto o servicio. En particular, se tiene como caso de estudio la empresa Construcciones y Entrepisos Metálicos S.A. De C.V. dedicada a la construcción de cubiertas metálicas con sistemas constructivos basados en materiales prefabricados de acero galvanizado como: paneles aislados de poliuretano, laminas acanaladas de acero prepintadas, losacero deck-25 para entrepisos, etc.

Como se mencionó, el producto de la empresa es un elemento que forma parte de un sistema constructivo y que constituye a las edificaciones metálicas, también llamado por la industria “metal building systems”, en el que todos los componentes están diseñados para trabajar juntos recogiendo, distribuyendo y transfiriendo las cargas de viento y estructurales a los cimientos del edificio (Newman, 2003). En tal sentido, su término se refiere a “un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, que forman un todo y lo mantienen directa o indirectamente unido, de modo más o menos estable, y cuyo comportamiento persigue un objetivo” (Cathalifaud et al. 1998). Así mismo, la cubierta está formada por elementos que trabajan juntos para cumplir la función de brindar refugio y protección del medio, haciendo frente en primer lugar a los agentes climatológicos (Juez et al. 2013).

En este sentido, la construcción de una cubierta metálica depende del diseño de la edificación de la cual formará parte y de sus restricciones para en el momento de la ejecución. Desde la perspectiva del cliente, se requiere cumplir con requisitos y parámetros de tiempo y costo, mismos que licita o negocia en acuerdos contractuales para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. Entonces, como lo menciona PMBOK, el vendedor puede identificarse como contratista, vendedor, proveedor de servicios o proveedor, y gestiona el trabajo adjudicado por el acuerdo o contrato como un proyecto (PMI, 2017).

Se cree que la gerencia debe ejercer las funciones básicas de administración como en cualquier empresa, como lo son las operaciones, finanzas y mercadotecnia, pero con la diferencia que sus operaciones se manejen como proyectos (Abad et al. 2005). Lo que supone que, para brindar al cliente infraestructura y edificaciones, además de servicios de mantenimiento a las ya existentes, es posible dirigir estas operaciones en un marco de trabajo adaptado a las necesidades, y siguiendo las buenas prácticas de la administración de proyectos.

En términos concretos, el objetivo fue investigar sobre las mejores prácticas sugeridas en las guías de referencia ISO 21500 y PMBOK para la administración de proyectos, y así generar un modelo para la dirección de obras de construcción de cubiertas metálicas.

<sup>1</sup> El Ing. Luis Enrique González García es Estudiante de la Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos de Ingeniería en Posgrado CIATEQ, A.C de Villahermosa, Tabasco. [ventas3@entrepisosmetalicos.com.mx](mailto:ventas3@entrepisosmetalicos.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El M.C. Raul Roberto Muñoz Chavez es ingeniero de control y automatización en el Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ) en Querétaro, México [raul.munoz@ciateq.mx](mailto:raul.munoz@ciateq.mx)

### **Guías de referencia para procesos de la administración de proyectos**

Las empresas que trabajan con proyectos elaboran sus propias políticas y procedimientos para establecer su marco de trabajo. Es de preocupar que, al hacerlo sean efectivas y que se sean adecuadas a la organización. Este pensamiento ha llevado a que grupos de expertos en el tema de la administración proyectos, para que establezcan consenso sobre las buenas prácticas y desarrollen guías para que las empresas la apliquen en sus proyectos. Las más frecuente usadas en todo tipo de industrias y conocidas son la guía PMPOK y el estándar ISO 21500.

Conviene subrayar que, la guía PMBOK (PMI, 2017), identifica un subconjunto de fundamentos para la dirección de proyectos generalmente reconocido como buenas prácticas. Generalmente reconocido, significa que las prácticas y los conocimientos descritos son aplicables a la mayoría de los proyectos, la mayoría de las veces, y que existe consenso sobre su valor y utilidad. En el caso de buenas prácticas, significa que existe consenso general acerca de que la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a los procesos de dirección de proyectos puede aumentar la posibilidad de éxito de una amplia variedad de proyectos para entregar los resultados y los valores del negocio esperados.

Las empresas de construcción pueden adoptar mejores prácticas en la gestión de proyectos para dar cumplimiento a los acuerdos contractuales y generar valor, Kerzner (2017) describe las mejores prácticas como aquellas acciones o actividades realizadas por la empresa o individuos que conducen a una ventaja competitiva sostenida en la gestión de proyectos.

#### *Guía PMBOK de PMI*

La guía proporciona bases sobre las cuales las empresas pueden implementar sus metodologías, políticas, procedimientos, reglas, herramientas y técnicas para la administración de proyectos y alcanzar los objetivos. Con esta finalidad, enmarca la administración de proyectos en 47 procesos, cada uno descrito con las entradas, salidas y su vinculación con los demás procesos. Estos a su vez, se encuentran agrupados en 5 llamados grupo de proceso. Los cuales representan a la administración del ciclo de vida del proyecto: inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. También, en superposición a estos grupos, son categorizados en 10 áreas llamadas áreas de conocimiento.

#### *ISO 21500*

Esta Norma (ISO, 2013), publicada por la organización internacional de estandarización, puede ser usada en cualquier tipo de organización que se ocupan de grandes proyectos. Proporciona una orientación sobre conceptos y procesos, relevantes y de impacto para los proyectos, para formar buenas prácticas de administración de proyectos. La misma, plantea 39 procesos que utilizan los conceptos y competencias para lograr la administración de proyectos. Los cuales, definidos en términos de propósito, descripción, entradas y salidas primarias, son agrupados en 5 grupos de proceso: inicio, planificación, implementación, control y cierre. Además, estos procesos son agrupado en otra perspectiva para 10 áreas de conocimiento.

#### *Comparación entre ambas guías de referencia*

Ambos estándares se organizan de forma sistemática a través de una serie de procesos vinculados entre si con entradas y salidas. Su agrupación se basa en 5 similares grupos que están relacionados con el nivel de esfuerzo y las funciones de inicio, planeación, ejecución, control y cierre. Además, trabajan estos procesos con áreas de conocimiento o temáticas muy similares. Estudios que realizan una comparativa entre ambas guías (Tavan et al. 2016 y Čabarkapa, 2019), encuentra que ISO 21500 no muestra las herramientas de procesos y técnicas porque deja espacio para que los expertos puedan elegir y combinarlos. Tampoco describe como aplicarlos o ejecutarlos, además de no mostrar las entradas y salidas de estos procesos. Para este trabajo, los procesos incluidos en las guías de referencia que reciben especial atención, son los que forman parte de las áreas de conocimiento para la gestión del alcance, gestión de cronograma y gestión del costo.

### **Elaboración de modelo propuesto**

#### *Estudio sobre los procesos de la administración de proyectos*

En la primera fase se investigó sobre la estructura de los procesos administración de proyectos. Esto, con el fin de conocer la estructura y como forma en la gestión de proyectos, e identificar las bases dentro del conocimiento existente.

Para este trabajo de investigación, se seleccionaron y analizaron dos guías de referencia, con enfoque en los procesos que pertenecen a las áreas de conocimiento de alcance, cronograma y costo. Además, se incluyeron los procesos de la gestión de la integración del proyecto, como partida para iniciar un proceso integrador formal. Con



ello, se compararon los procesos de ambas guías, y se tomó a elección los procesos que coinciden en ambas para integrar la propuesta.

Se tomó en cuenta que ambas guías fueran estándares internacionales, reconocidos y aplicados en la industria para la gestión de proyectos. En la figura 1 muestra los procesos de ambas guías en comparativa, y se destaca los que por coincidencia sirven de base para generar los procesos propuestos.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos	ISO 21500	PMBOK
Gestión de la Integración del Proyecto	Inicio	4.3.2 Develop project charter	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto
	Planificación	4.3.3 Develop project plans	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto
	Ejecución	4.3.4 Direct project work	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto
			4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto
	Monitoreo y Control	4.3.5 Control project work	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto
		4.3.6 Control changes	4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios
	Cierre	4.3.7 Close project phase or project	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
		4.3.8 Collect lessons learned	
Gestión del Alcance del Proyecto	Inicio		5.1 Planificar la Gestión del Alcance
	Planificación		5.2 Recopilar Requisitos
		4.3.11 Define scope	5.3 Definir el Alcance
		4.3.12 Create work breakdown structure	5.4 Crear la EDT/WBS
	Ejecución	4.3.13 Define activities	
			5.5 Validar el Alcance
	Monitoreo y Control	4.3.14 Control scope	5.6 Controlar el Alcance
	Cierre		
Gestión del Cronograma del Proyecto	Procesos de Inicio		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma
	Planificación		6.2 Definir las Actividades
		4.3.21 Sequence activities	6.3 Secuenciar las Actividades
		4.3.22 Estimate activity durations	6.4 Estimar la Duración de las Actividades
	Ejecución	4.3.23 Develop schedule	6.5 Desarrollar el Cronograma
		Monitoreo y Control	4.3.24 Control schedule
	Cierre		
	Gestión de los Costos del Proyecto	Inicio	
Planificación		4.3.25 Estimate costs	7.2 Estimar los Costos
		4.3.26 Develop budget	7.3 Determinar el Presupuesto
Ejecución			
Monitoreo y Control		4.3.27 Control costs	7.4 Controlar los Costos
Cierre			
■ Procesos sugeridos que coinciden en ambas guías de referencia			
Convergencia	Analizando la estructura de procesos en ambas guías de referencia, estos presentan convergencia en los grupos de procesos de la siguiente manera. En el grupo de gestión del alcance: <b>definir el alcance, crear el EDT/WBS y controlar el alcance.</b> En el grupo de gestión del cronograma: <b>secuenciar las actividades, estimar la duración de las actividades, desarrollar el cronograma y controlar el cronograma.</b> En el grupo de gestión de costos: <b>estimar los costos, determinar el presupuesto y controlar los costos.</b>		
Diferencia	La ISO 21500 no plantea procesos para la planificación de la gestión de alcance, cronograma y costos. Esta guía tampoco cuenta con los procesos de: <b>recopilar requisitos, validar el alcance y definir las actividades.</b> A diferencia de la ISO 21500, la guía MPBOK aborda de definición de actividades como parte de la gestión del cronograma		

Figura 1. Comparativa entre las guías de referencia ISO 21500 y PMBOK elaboración propia.

### Revisión de los procesos actuales en la empresa de proyectos

El desarrollo de esta parte de la investigación comprende la revisión de los procesos actuales en cuanto a las actividades y herramientas que aplican los ingenieros de venta, para proporcionar a los clientes los servicios de construcción de cubiertas. Realizando así, una comparativa con los procesos que mencionan las guías de referencia.

La estructura presentada en la figura 2 es el resultado de la recopilación y consenso de actividades en práctica entre estos ingenieros de venta, quienes, además llevan a cabo la dirección de los trabajos de construcción. En el mismo cuadro, se muestran las actividades en relación con los procesos de la gestión de proyectos propuestos para este estudio.

Como lo muestra en la figura 2, los procesos carecen de actividades que sigan un proceso formal que genere alguna información de soporte operativo y de registro documental. Por tal motivo, se anexa el comentario, “no se efectúa”.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos	Procesos propuestos	Actividades
Gestión de la Integración del Proyecto	Inicio	Desarrollar carta	Adjudicación y autorización
	Planificación	Desarrollar el Plan	No se efectúa
	Ejecución	Dirigir y Gestionar el Trabajo	Dirige el ingeniero de ventas
	Monitoreo y Control	Monitorear y Controlar el Trabajo	No se efectúa
		Control de Cambios	No se efectúa
Cierre	Cerrar el Proyecto	Carta de recepción	
Gestión del Alcance del Proyecto	Inicio		
	Planificación	Recopilar Requisitos	Revisión del proyecto y asesoría al cliente. Visita de campo.
		Definir el Alcance	Definir sistema constructivo, partidas y volúmenes de obra.
		Crear la EDT/WBS	No se efectúa
	Ejecución		
Monitoreo y Control	Controlar el Alcance	No se efectúa	
Gestión del Cronograma del Proyecto	Procesos de Inicio		
	Planificación	Definir las Actividades	Definir proceso constructivo.
		Secuenciar las Actividades	Organizar tareas con instaladores y operarios.
		Estimar la Duración de las	Calendariar fecha de inicio y término.
		Desarrollar el Cronograma	No se efectúa
Ejecución			
Monitoreo y Control	Controlar el Cronograma	No se efectúa	
Gestión de los Costos del Proyecto	Inicio		
	Planificación	Estimar los Costos	Analizar P.U.
		Determinar el Presupuesto	Definir presupuesto y generar requisición.
	Ejecución		
	Monitoreo y Control	Controlar los Costos	No se efectúa
Cierre			

Figura 2. Revisión de los procesos actuales.

*Diseño de Modelo de para la Dirección de Obras*

Para dar comienzo al diseño de la propuesta, se identifican los procesos de control que carecen de actividades y los cuales requiere la integración de un proceso de control. La figura 3 muestra la inclusión de las actividades para los procesos de control que describen la utilización de una herramienta sugerida por la guía PMBOK que fue considerada adecuada.

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos	Procesos propuestos	Actividades
Gestión de la Integración del Proyecto	Inicio	Desarrollar carta	Adjudicación y autorización
	Planificación	Desarrollar el Plan	<b>Elaborar planeación</b>
	Ejecución	Dirigir y Gestionar el Trabajo	Dirige el ingeniero de ventas
	Monitoreo y Control	Monitorear y Controlar el Trabajo	<b>Cronograma y EVA</b>
		Control de Cambios	<b>Hoja de control de cambios</b>
Cierre	Cerrar el Proyecto	Carta de recepción	
Gestión del Alcance del Proyecto	Inicio		
	Planificación	Recopilar Requisitos	Revisión del proyecto y asesoría al cliente. Visita de campo.
		Definir el Alcance	Definir sistema constructivo, partidas y volúmenes de obra.
		Crear la EDT/WBS	<b>Crear EDT/WBS</b>
	Ejecución		
Monitoreo y Control	Controlar el Alcance	<b>Hoja de control de alcance</b>	
Gestión del Cronograma del Proyecto	Procesos de Inicio		
	Planificación	Definir las Actividades	Definir proceso constructivo.
		Secuenciar las Actividades	Organizar tareas con instaladores y operarios.
		Estimar la Duración de las Actividades	Calendariar fecha de inicio y término.
		Desarrollar el Cronograma	<b>Elaborar Cronograma (Gantt)</b>
Ejecución			
Monitoreo y Control	Controlar el Cronograma	<b>Puntos de revisión en Gantt y EVA</b>	
Gestión de los Costos del Proyecto	Inicio		
	Planificación	Estimar los Costos	Analizar P.U.
		Determinar el Presupuesto	Definir presupuesto y generar requisición.
	Ejecución		
	Monitoreo y Control	Controlar los Costos	<b>Puntos de revisión y retroalimentación con EVA</b>
Cierre			

**■** Herramientas y/o técnicas seleccionadas para apoyo de las actividades representativas de los procesos propuestos siguiendo las sugerencias de adaptación con forme a la guía PMBOK

Figura 3. Integración de herramientas y técnicas a los procesos propuestos.

### Comentarios Finales

Se presenta a continuación el modelo propuesto para la dirección de obras de construcción de cubiertas metálicas ( Ver figura 4).

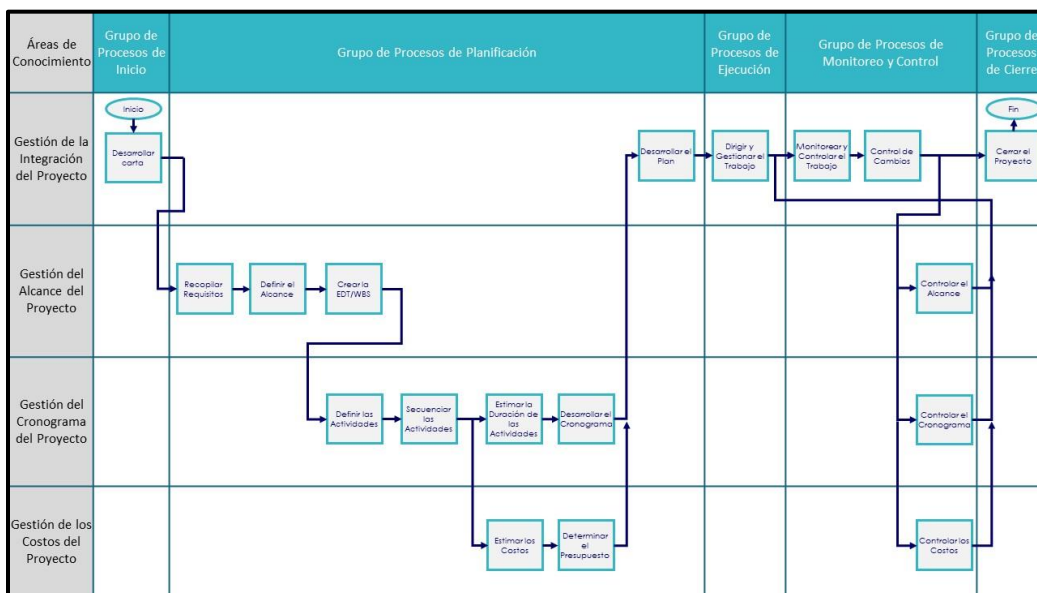


Figura 4. Modelo propuesto para la dirección de obras de construcción de cubiertas metálicas elaboración propia.

#### Resumen de resultados

A partir del estudio de los procesos planteados en ambas guías de referencia, así como el estado actual de las actividades efectuadas por los ingenieros de venta para dirigir los trabajos de construcción, fue posible identificar la ausencia de grupos de procesos para el alcance, cronograma y costo, orientado a dirigir la ejecución que apoye la toma de decisiones para control de los objetivos planteados.

En respuesta a esta necesidad, se elaboró la propuesta de procesos realizando una compilación de las sugerencias estudiadas en las guías de referencia, adecuándose a las necesidades de las labores para construcción de la empresa.

El modelo resultante posee una mayor similitud con la estructura de procesos en la ISO 21500, no llegando a integrar una planeación exhaustiva para los grupos de proceso de alcance, cronograma y costo. De este modo, representa un flujo de procesos práctico sin excluir los procesos fundamentales en ambas guías de referencia.

#### Conclusiones

La investigación permitió conocer las generalidades sobre la estructura de administración por procesos en la dirección de proyectos. Esto aporta un avance en la búsqueda de una ventaja competitiva sostenida en la gestión de proyectos.

El modelo obtenido está adaptado para abordar la dirección de trabajos de construcción bajo la concepción de un proyecto, con la particularidad en que sus alcances son fijos y es conveniente manejarse en una estructura de gestión tradicional. Además, considera con mayor relevancia las estructuras de procesos para gestión del cronograma y costos, los cuales, tienen más impacto en un proyecto en etapas de construcción.

#### Recomendaciones

Si bien, la empresa posee una gestión tradicional, sus intenciones han llevado a incorporar en su infraestructura, equipamiento y personal, recursos que brinden mayor flexibilidad y maximice la entrega de valor al cliente. Ante la evolución de los mercados y el panorama de la gestión de proyectos, se sugiere revisar constantemente los procesos en la empresa y generar modelos apegados a una dirección eficaz de los proyectos centrándose más en los resultados previstos que en los entregables.

La guía pmbok en su versión más reciente, sugiere la adopción de principios en lugar de un conjunto de procesos empresariales para alinear la disciplina y la función de la dirección de proyectos, concibiendo así, una visión de sistemas para entrega de valor centrada en resultados. No obstante, la guía recalca no contradecir la

alineación con el enfoque basado en procesos de las ediciones anteriores, y se prevee seguir esta sugerencia hasta encontrarse conveniente como resultado de futuras revisiones de los procesos en la empresa.

### Referencias

- Abad, Arcudia, et al. "La empresa constructora y sus operaciones bajo un enfoque de sistemas," *Revista Ingeniería*, vol. 9, no. 1, 2005, pp. 25–36.
- Alexander Newman, P. E. "*Metal Building Systems: Design and Specifications*" McGraw-Hill Education, 2003.
- Čabarkapa, Jovana. "*Analysis and Comparison of ISO 21500 - Guidance on Project Management and PMBOK 6th Guide*", 5th IPMA SENET Project Management Conference (SENET 2019). Atlantis Press, 2019.
- Cathalifaud, Marcelo Arnold, and Francisco Osorio. "Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas." *Cinta de moebio* 3 (1998).
- Certificação. "ISO 21500: Guidance on Project Management." *ISO*, 2013.
- Juez, Juan Tejela, Daniel Navas Delgado, and Carlos Machín Hamalainen. "*Rehabilitación, mantenimiento y conservación de cubiertas*", Tornapunta, 2013.
- Kerzner, Harold. "*Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*", John Wiley & Sons, 2017.
- Project Management Institute. "Dirección de proyectos (Guía del Pmbok)." *Guía de Los Fundamentos Para La Direccion de Proyectos Sexta Edición.*, 2017, [www.pmi.org](http://www.pmi.org).
- Schaufelberger, John E., and Len Holm. "*Management of Construction Projects: A Constructor's Perspective*", Taylor & Francis, 2017.
- Tavan, Fereshtheh, and Mokhtar Hosseini. "Comparison and Analysis of PMBOK 2013 and ISO 21500." *Journal of Project Management*, vol. 1, no. 10, 2016, pp. 27–34, doi:10.5267/j.jpm.2017.1.002.

# Seguimiento de Proyectos de Desarrollo de Software Implementando Metodologías Ágiles en Tiempos de Covid: Caso de Estudio Motoservicio y Refacciones Choppers

Ma. Estrellita González Radilla Dra<sup>1</sup>, Mtro. Rafael Campa García<sup>2</sup>,  
Mtra. Luz Elvira Luna Ayala<sup>3</sup>

**Resumen**—La pandemia que generó el Covid, ha venido a cambiar nuestras actividades cotidianas, un sector que ha sido muy afectado es el académico, esto ha beneficiado la creatividad y la innovación en la enseñanza, en el presente artículo hace mención del proyecto realizado para la empresa Motoservicio y Refacciones Choppers, el cual consistió en un sistema web donde su parte medular es la realización de cotizaciones y pedidos por parte de los clientes, sin embargo, la metodología y el seguimiento que se pusieron a prueba, presentan resultados que se desea compartir, debido a la necesidad de tomar en cuenta la gestión de riesgos tales como: la no presencialidad en las reuniones de trabajo del equipo de desarrollo, asesores y cliente así como el seguimiento del proyecto, para la implementación de la ingeniería de software a distancia y las dificultades que esta conlleva a causa de las fallas en las interconexiones.

**Palabras clave**— Ingeniería de Software, metodología ágil SCRUM, Kanban, riesgos.

## Introducción

El seguimiento de proyectos de desarrollo de software es una actividad que cada día se hace indispensable por el crecimiento exponencial, su fin es tener una comprensión del avance del proyecto de manera que se puedan tomar las acciones correctivas que sean más convenientes cuando la realización del proyecto se equivoque o desvíe de forma significativamente de su planificación, aún implementando metodologías ágiles, que permiten adaptar la manera de trabajar a las circunstancias del proyecto, adquiriendo flexibilidad y rapidez en la respuesta para acondicionar el proyecto y su desarrollo a las situaciones específicas del entorno, en tiempos de covid, estas metodologías y seguimiento presentaron resultados que en este artículo se están compartiendo, ya que debido a la pandemia cambiaron nuestras actividades cotidianas, siendo afectado el sector académico, ya que por un lado se benefició por la creatividad y la innovación en la enseñanza, y por otro lado la necesidad de tomar en cuenta la gestión de riesgos como la no presencialidad en reuniones de trabajo y las dificultades causadas por las fallas de interconexión.

En ésta investigación se presentan los resultados que se han obtenido del seguimiento de proyectos de software implementando metodologías ágiles en tiempos de covid, tomando como caso de estudio el proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers desarrollado por los alumnos de ingeniería en sistemas computacionales de VI semestre y concluyendo en el VII semestre del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, asesorados por los docentes responsables del proyecto.

El método que se llevó a cabo al desarrollar el proyecto fue una herramienta de la ingeniería del software que últimamente ha tenido mucho auge, el marco de trabajo ágil: Scrum, ya que origina el trabajo colaborativo de los equipos de desarrollo además de permitir la comunicación y la colaboración, reducir el tiempo en las reuniones extensas, aparte de disminuir procesos restrictivos y predictivos en donde los docentes tomaron el rol de Scrum Master y un alumno del equipo de desarrollo tomó el rol de líder del proyecto, se inyectó como recurso tiempo dentro de las horas clase, además de tener negociaciones con el cliente en las entregas para evitar retrasos si existieran cambios drásticos, se realizaron las suficientes pruebas a los productos entregables para garantizar la calidad; para el seguimiento del proyecto, la virtualidad fue el referente por lo que se observó que la pandemia ayudó a convencer del

<sup>1</sup>Dra. Ma. Estrellita González Radilla es profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, en Tlaltenango, Zac., México.  
[estrellita.gr@zacatecassur.tecnm.mx](mailto:estrellita.gr@zacatecassur.tecnm.mx).

<sup>2</sup>El Mtro. Rafael Campa García es profesor de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, en Tlaltenango, Zac., México.  
[rafael.cg@zacatecassur.tecnm.mx](mailto:rafael.cg@zacatecassur.tecnm.mx) (Autor correspondiente)

<sup>3</sup>La Mtra. Luz Elvira Luna Ayala es profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, en Tlaltenango, Zac., México.  
[luz.la@zacatecassur.tecnm.mx](mailto:luz.la@zacatecassur.tecnm.mx).

beneficio del trabajo remoto tanto para los desarrolladores de software como para muchas empresas que se siguen innovando al trabajo remoto, por lo que queda claro que la presencialidad se puede realizar por medio de reuniones virtuales y videoconferencias.

El proyecto se siguió mediante la plataforma Teams, en donde como primer obstáculo se detectaron problemas de conexión desde la primer reunión con el cliente en la toma de requerimientos, ya que la metodología híbrida trabaja de manera muy cercana al cliente, por lo que el equipo de desarrollo estableció sus medios de comunicación mediante whatsapp, reuniones en teams y videollamadas con los riesgos de la mala conexión y mala interpretación de la información.

Cabe mencionar que la muestra para esta investigación fue el proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers, ya que desde que comenzó hasta que concluyó su seguimiento y desarrollo fue de manera virtual mediante la plataforma Teams. Los instrumentos para el seguimiento y desarrollo que se utilizaron para el apoyo de la gestión del proyecto como para la implementación para garantizar que el proceso de construcción se realizó de manera ordenada y siguiendo el proceso establecido, fueron las plantillas desarrolladas para solicitar información de acuerdo a cada etapa validadas por el líder del equipo, el Scrum Master, el líder técnico y el cliente.

Los resultados en esta investigación no fueron positivos a pesar de llevar el proceso de la metodología híbrida con la que se desarrolló el proyecto, ya que se presentaron algunos riesgos y esto llevó a tener consecuencias, y atrasos en la entrega al cliente, a pesar de tener siempre comunicación con el cliente y haber finalizado el proyecto, éste ya no lo recibió, se queda como aprendizaje en los alumnos, ya que desarrollaron habilidades de toma de decisiones, gestión de proyectos, administración del tiempo, liderazgo, seguir una metodología híbrida en el desarrollo de software, además de plantear y seguir planes de contingencia ante la aparición de los riesgos.

### **Descripción del Método**

La Ingeniería del Software es una disciplina que implica el uso de estructuras, herramientas y técnicas para construir programas informáticos, se incluye el análisis previo de la situación, la redacción del proyecto, la creación del software y las pruebas necesarias para garantizar el correcto funcionamiento, antes de su implementación (Unir, 2021) se trata entonces de diversos procesos que forma la base para el control de la administración de proyectos de software, y establecer el contexto en el que se aplican los métodos técnicos; se generan productos del trabajo y se establecen puntos de referencia; se asegura la calidad y se administra el cambio de manera apropiada (Pressman, 2010). Los métodos de la ingeniería de software se basan en un conjunto amplio de tareas, como comunicación, análisis de los requerimientos, modelación del diseño, construcción del programa, pruebas y actividades de modelación descriptivas.

Las herramientas de la ingeniería de software que últimamente han tenido mucho auge, son los marcos de trabajo ágiles, uno de ellos es Scrum “que promueve la colaboración en los equipos para lograr desarrollar productos complejos” (Huambachano, 2017) por lo tanto Scrum no es una gran colección de partes y componentes obligatorios definidos de manera prescriptiva. Los eventos de Scrum se utilizan para minimizar la necesidad de reuniones no definidas y establecer una cadencia que permita al equipo fomentar la comunicación y colaboración, reduciendo el tiempo en reuniones extensas, además de reducir los procesos restrictivos y predictivos. Los siguientes eventos pueden terminar siempre que se logre el propósito del evento y asegurando el fomento de la transparencia. Los eventos de Scrum son: Sprint, Sprint Planning, Daily Scrum, Sprint Review y Sprint Retrospective. En Scrum un proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos y de duración fija, cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final, que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. (Aner, 2020)

Los Artefactos Scrum son las formas para proveer transparencia y oportunidades de inspección y adaptación, de tal manera que todos tengan el mismo entendimiento de lo que se está llevando a cabo a través de los artefactos, para ello se utiliza el Product Backlog, el Sprint Backlog y el Increment. Respecto a los roles que se desempeñan en este marco de trabajo están el Product Owner, el Scrum Master y el equipo de Desarrollo. (scrum.org, 2001)

Para el seguimiento de los proyectos que tienen un alto riesgo, dadas las costumbres de la presencialidad, se deben gestionar de manera que quede claro que la virtualidad será el referente para el seguimiento, y poco a poco se observa que la pandemia ha conseguido convencernos de que podemos trabajar de forma remota, y muchas empresas lo han aprovechado para transformarse, el teletrabajo ha pasado a potenciar el trabajo 100% remoto. Cada vez es más habitual trabajar desde un país, para una compañía que está en otro, en definitiva, la pandemia vino a beneficiar a la industria del software. (Coy, 2020). Para lo cual ya no hay regreso, es común trabajar y entender que la presencialidad se puede hacer mediante reuniones virtuales, acuerdos y seguimiento.

### **Método**

Para el estudio de esta investigación se tomó en cuenta el seguimiento del proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers, el cual tenía como objetivo: Desarrollar e implementar un sistema web que dé a conocer el catálogo de productos de la empresa Motoservicio y Refacciones Choppers.

Debido a la manera de trabajo que se ha venido realizando por la pandemia, donde todas las personas han estado laborando de forma remota, las clases siguen apegados a ella, es decir, la toma de requerimientos se llevó a cabo de manera virtual, mediante la plataforma Teams, desde la primera reunión se notaron problemas de conexión con el cliente, lo que vino a ser el primer obstáculo del proyecto; en la metodología híbrida que se trabaja el cliente es muy importante en el equipo, se debe de tener una comunicación constante con él, para dudas, para entrega de funcionalidades, para solicitudes de cambio, entre otras actividades.

El equipo de desarrollo es autodirigido, y después de recolectar requisitos, el siguiente paso es elaborar la planeación del proyecto, es decir, descomponer el todo del problema en módulos funcionales, los cuales deben llevar una prioridad, y en base a esta se asigna al sprint donde se desarrollará. Además, el mismo equipo estableció sus medios de comunicación mediante Whatsapp, reuniones en Teams y videollamadas, todo esto con los riesgos de mala conexión y mala interpretación de la información. Destacando que por cada reunión debían elaborar minutas, las cuales eran firmadas por todos los participantes.

Para el seguimiento de este proyecto se trabajó de la siguiente manera:

- Se conformó el equipo de desarrollo, con los alumnos de ISC VI dando conclusión en el VII semestre.
- Se asignaron a los docentes responsables del proyecto.
- Entre los docentes, se analizaron los equipos de desarrollo disponibles, y se buscaron los alumnos que tomarían el rol de líderes de proyecto.
- Los docentes dentro de la metodología de trabajo que se eligió, Scrum, toman el rol de Scrum Master, quienes son las personas que se encargan de llevar las gestiones con el cliente, administrar al equipo de desarrollo, solventar la problemática que se dé en el transcurso del proyecto, revisiones continuas del sistema y de la documentación, entre otras funciones.
- Dentro de las horas de clase, se les asigna tiempo para que los alumnos puedan desarrollar el proyecto, con esto se le inyecta recursos, los cuales son necesarios para la terminación completa del software.
- Es importante también las negociaciones con el cliente en las entregas, ya que es muy común que los clientes pidan cambios muy drásticos en los sistemas, y estas modificaciones pueden retrasar enormemente el proyecto.
- Es importante también que cada fin de sprint, el equipo de desarrollo termina un producto entregable y funcional para el cliente, pero es necesario que los docentes involucrados en el proyecto, le hagan tantas pruebas como sea necesario, ya que se busca que los proyectos tengan una garantía de calidad.
- Se registraron Daily Scrum diarias para que los asesores tuvieran conocimiento del trabajo que estaba realizando cada miembro del equipo, así como la atención de alguna problemática presentada.

#### **Muestra**

Para esta investigación toma como muestra el proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers, ya que desde su inicio hasta su final fue desarrollado de manera virtual, desde la toma de requerimientos, entregas parciales por cada sprint hasta la entrega final.

#### **Instrumento**

Para el seguimiento del desarrollo, se utilizaron una serie de instrumentos que apoyaron en la gestión del proyecto, entre ellas se consideran las siguientes, las desarrolladas para dos procesos principales, la gestión de proyectos e implementación de proyectos de software, cada proceso apoya en la construcción de las etapas subsecuentes, y garantizan que se están haciendo las cosas de manera ordenada y siguiendo el proceso establecido previamente.

Las plantillas desarrolladas solicitan información de acuerdo a la etapa, por ejemplo para la gestión de proyectos, la plantilla de plan de proyecto considera la descripción del proyecto y entregables, normativas, procesos específicos del cliente, ciclos y fases, plan de adquisiciones y capacitación, la forma de verificar y validar, el calendario propuesto, el manejo de riesgos, la lista de entregables al cliente, muestra el ambiente de implementación detallando los requerimientos de hardware mínimo y las características del servidor donde se montará la aplicación, además, la forma de llevar el control de versiones, el estándar de código y nombrado de documentos y el repositorio del proyecto. En la figura 1 se muestran los nombres de las diferentes plantillas que se utilizaron en el desarrollo del proyecto.



Figura 1. Plantillas utilizadas en el Proceso de Gestión de Proyectos de Software

Para Implementación del proyecto, los instrumentos utilizados, no cambiaron mucho respecto al proceso, sino que se complementan, brindando una integración y congruencias de las acciones realizadas durante cada una de las fases del proyecto. En la figura 2, se muestran los nombres de las plantillas utilizadas en la implementación del proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers.

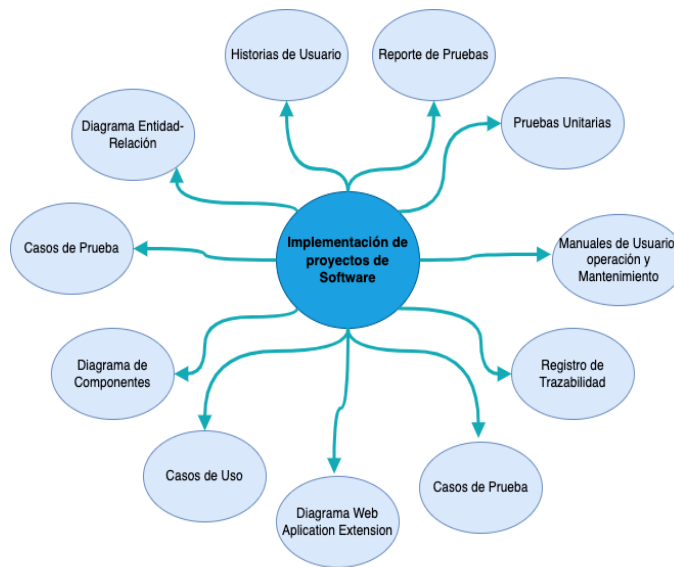


Figura 2. Plantillas utilizadas en el Proceso de Implementación de Proyectos de Software

Cada una de las plantillas se debería validar, para ello se anexó al último un apartado para tal fin, como se muestra en la figura 3.

**11. VALIDEZ Y GESTIÓN DE DOCUMENTOS**

Lider de Equipo [Nombre]	Scrum Master [Nombre]	Líder Técnico [Nombre]	Cliente [Nombre]

Figura 3. Validez y Gestión de documentos en el proyecto

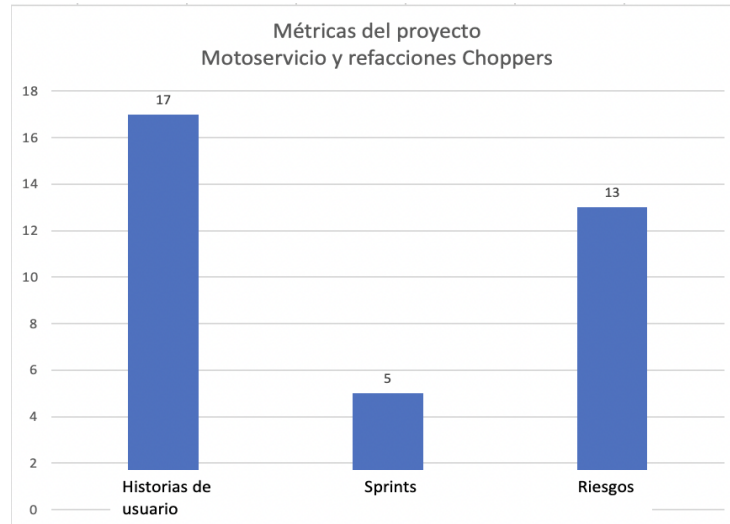


### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Los resultados obtenidos en el seguimiento del proyecto Motoservicio y Refacciones Choppers, desarrollado de manera virtual entre los participantes se dan a conocer a continuación:

Una vez analizados los requerimientos, y haciendo su descomposición resultaron: 17 historias de usuario que representaban un requerimiento funcional del cliente, 1456 horas planeadas de desarrollo, 5 sprints (de dos o tres semanas máximo), 13 riesgos detectados de los cuales 6 riesgos se presentaron en el desarrollo del proyecto. En la gráfica 1 se muestra la representación de estos datos.



Gráfica 1. Métricas del proyecto

Cabe señalar que a pesar de que se llevó a cabo el proceso de la metodología híbrida con la que se desarrolló el proyecto, los resultados no fueron positivos, ya que se presentaron algunos riesgos y esto llevó a tener consecuencias. Por mencionar algunos: se realizó el módulo de cotización con un idea propuesta por el equipo, pero a la hora de entregarla al cliente la cambió por completo, lo que llevó a una re-planeación en el proyecto, es decir, a cambiar la fecha de terminación del mismo, se estaba trabajando en estos cambios, cuando dos participantes del equipo sufrieron problemas de salud, lo que ocasionó otro atraso en el proyecto, todo esto desesperó al cliente en la entrega del proyecto y cuando se finalizó, el cliente ya no quiso el sistema, en todo momento se mantuvo comunicación con el cliente, para informarle de los riesgos que se habían presentado, pero a pesar de ello, no quiso el software. En la figura 4 se presenta una interfaz del sistema montado en el servidor del cliente, cuyo dominio es: refaccioneschoppers.com.



Figura 4. Interfaz del proyecto, para administrar productos

A pesar de los resultados anteriores, se queda el aprendizaje en los estudiantes, pues desarrollaron habilidades de toma de decisiones, gestión de proyectos, administración del tiempo, liderazgo, seguir una metodología híbrida en el desarrollo de software, además de plantear y seguir planes de contingencia ante la aparición de los riesgos. Por todo esto, no se considera un fracaso la realización de este proyecto solo por el hecho de que el cliente no lo aceptó al final.

### *Conclusiones*

Después de analizar los resultados de este proyecto y analizando el seguimiento de su desarrollo, como docentes se concluye que trabajando de manera presencial es complicado hacerles entender y seguir una metodología a los estudiantes, explicarles el llenado de plantillas o simplemente hacer la revisión de las mismas, ahora agregar a esto el trabajo de manera virtual, fue todavía más difícil, pues las velocidades de conexiones de los asesores y estudiantes no ayudaban mucho.

Trabajar con este tipo de proyectos es muy benéfico para los alumnos, ya que desde que están estudiando pueden interactuar con un cliente real, y saben cómo será la vida laboral una vez que egresen, y esto les permite ir adquiriendo experiencia. Por otra parte, este tipo de proyectos está ayudando a que el tecnológico se dé a conocer con proyectos productivos para la región, poco a poco los empresarios e instituciones están conociendo el tipo de trabajos que se desarrollan en el tecnológico.

Una de las cosas que siempre preocupan como docentes, es el cómo vincular la teoría que se ve en el salón, en las diversas clases con la práctica, ya que como dicen la teoría se olvida muy pronto y las prácticas son las que dejan huella, gracias a la Fábrica de Desarrollo de Software se puede cerrar está brecha dentro de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, y los alumnos pueden llevar a práctica todo lo que aprenden.

Con todo lo anterior, los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, egresan con una buena preparación dentro del desarrollo de software, lo que les ha permitido encontrar empresas para hacer su residencia y posteriormente quedarse a trabajar. Como asesores, queda la experiencia de administrar equipos de desarrollo, de conocer la diversidad de clientes, de negociar con ellos y de adquirir más experiencia para compartir con los alumnos.

### *Recomendaciones*

El desarrollo de proyectos requiere compromiso de los involucrados, ya que se adquiere un contrato, para garantizar el cumplimiento de ambas partes, sin embargo, es necesario tener en cuenta que la no presencialidad, no indica la mala calidad del software desarrollado. Dar seguimiento a cada uno de los proyectos en tiempo y forma oportuna, monitorear la entrega por sprint con toda la información que solicita la norma ISO 29110, tener diferentes medios de comunicación por si falla la interconexión, plantear y seguir planes de contingencia ante la aparición de los riesgos, integrar en las asignaturas proyectos reales, ya que la experiencia que aporta a los estudiantes es muy significativa, trabajar proyectos de desarrollo a distancia ya que por la pandemia del covid 19 nos dejó mucha experiencia e innovación.

### **Referencias**

- Aner. (28 de mayo de 2020). Metodología Scrum. Obtenido de <https://www.aner.com/blog/metodologia-scrum.html>
- Coy, D. (20 de noviembre de 2020). Forbes México. Obtenido de 2020 ¿el año de los developers?: <https://www.forbes.com.mx/2020-el-ano-de-los-developers/>
- Huambachano, J. F. (25 de septiembre de 2017). scrum.org. Obtenido de ¿Qué es Scrum?: <https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software. Un enfoque práctico, Séptima edición. México: Mc. Graw Hill Interamericana Editores S.A de C.V.
- Ruvalcaba, M. (2006). Software Guru. Obtenido de Procesos de Software: <https://sg.com.mx/revista/1/procesos-software>
- scrum.org. (2001). Why scrum.org? Obtenido de <https://www.scrum.org/why-scrumorg>
- Unir. (04 de junio de 2021). Ingeniería de software: qué es, objetivos y funciones del ingeniero. Obtenido de Unir La Universidad en Internet: <https://mexico.unir.net/ingenieria/noticias/ingenieria-de-software-que-es-objetivos/>

### **Notas Biográficas**

La Dra. Ma. Estrellita González Radilla, es profesora del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales, obtuvo su doctorado en Sistemas Computacionales en la Universidad del Sur, y actualmente participa como asesora en la fábrica de software del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur.

El Mtro. Rafael Campa García es profesor en el Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur con maestría en Educación por parte del Centro de Estudios de Posgrado de Jalisco. Actualmente participa como asesor en la fábrica de desarrollo de software del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur.

La Mtra Luz Elvira Luna Ayala es profesora del área de Ingeniería en Sistemas Computacionales y participa como asesora en la fábrica de software del Instituto Tecnológico Superior Zacatecas Sur.

# Los Consejos de Administración en las Empresas que Cotizan en el Mercado de Capitales en la Bolsa Mexicana de Valores en México

Mtra. Blanca Estela Grajales Briscón<sup>1</sup>, Mtra. María Esther Carmona Guzmán<sup>2</sup>, Dra. María del Pilar Enríquez Gómez<sup>3</sup>, Dra. Tania Beatriz Quintero Bastos<sup>4</sup>, Dr. Arturo López Saldiña<sup>5</sup>

**Resumen**— En los últimos años ha cambiado la visión de las empresas, hoy no solamente se espera que generen valor económico sino también valor social, valor ambiental, es decir en temas que se están requiriendo a nivel global, para esto se necesita en las organizaciones un gobierno corporativo fuerte.

El tema de diversidad no sólo se gestiona porque desde luego es lo correcto, es lo que hay que hacer, sino porque también implica riesgos y beneficios, cuando se gestionan estos temas las empresas tienen beneficios medibles, como que mejora la reputación de la organización.

En razón de ello, analizaremos la estructura de los consejos de administración de las empresas de dos sectores muy importantes para la economía mexicana que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores en el mercado de capitales, para medir el nivel de diversidad de sus integrantes y la de sus consejeros independientes que regula la Legislación bursátil en la Sociedades Anónimas Bursátiles.

**Palabras clave**— gobierno corporativo, consejero independiente, diversidad.

## Introducción

Actualmente vivimos inmersos en un entorno de cambios constantes, con un ambiente competitivo agresivo y una crisis de valores que afecta tanto a la sociedad como la vida de nuestras Instituciones, lo cual nos compromete a replantear nuestras metas y nos obliga a cuestionar constantemente la forma en que queremos alcanzarlas. Nos hemos visto afectados por una crisis mundial jamás dimensionada, rebasados por nuestra capacidad de asombro, hemos visto caer importantes compañías y el desplome de marcas emblemáticas que ponen en tela de juicio la credibilidad y el estilo de la gestión con que fueron conducidas y sobre todo gobernadas. (IMEF, 2011)

Por lo que, en los últimos años, la comunidad internacional ha comprendido la importancia que tiene que las sociedades cotizadas sean gestionadas de manera adecuada y transparente. El buen gobierno de las empresas es la base para el funcionamiento de los mercados, ya que favorece la credibilidad, la estabilidad y contribuye a impulsar el crecimiento y la generación de riqueza. (Deloitte, 2022)

El gobierno corporativo es el conjunto de normas, principios y procedimientos que regulan la estructura y el funcionamiento de los órganos de gobierno de una empresa. En concreto, establece las relaciones entre la junta directiva, el consejo de administración, los accionistas y el resto de las partes interesadas, y estipula las reglas por las que se rige el proceso de toma de decisiones sobre la compañía para la generación de valor. (Deloitte, 2022)

El Gobierno Corporativo tiene un amplio alcance, incluye tanto aspectos sociales como institucionales, este fomenta un entorno digno de confianza, moral y ético. En otras palabras, el corazón del gobierno corporativo es la transparencia, divulgación, rendición de cuentas e integridad. En la última década, muchos mercados emergentes, organismos internacionales, gobiernos, instituciones financieras, organismos públicos y privados han reformado sus sistemas de gobierno corporativo y han fomentado el debate e iniciativas hacia el buen gobierno corporativo. Mejores marcos de gobierno corporativo regulatorios y autorreguladores y los mecanismos de aplicación se están implementando a través de legislaciones más estrictas y Códigos de Gobierno Corporativo. (Institute of Company Secretaries of India, 2019)

A medida que las empresas evolucionan y van adentrándose en procesos de internacionalización, las operaciones se vuelven más complejas, se diversifican los negocios y aumentan los riesgos tanto en el ámbito legal como en el de

<sup>1</sup> La Mtra. Blanca Estela Grajales Briscón es Profesora de asignatura del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz de la Universidad Veracruzana. [bgrajales@uv.mx](mailto:bgrajales@uv.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. María Esther Carmona Guzmán es Profesora de tiempo completo del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz de la Universidad Veracruzana. [marcarmona@uv.mx](mailto:marcarmona@uv.mx)

<sup>3</sup> La Dra. María del Pilar Enríquez Gómez. es Profesora de tiempo completo del Sistema de Enseñanza Abierta Región Veracruz de la Universidad Veracruzana. [penriquez@uv.mx](mailto:penriquez@uv.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Tania Beatriz Quintero Bastos es Profesora de tiempo completo de la Facultad de Contaduría, sistema escolarizado de la Región Veracruz de la Universidad Veracruzana. [tquintero@uv.mx](mailto:tquintero@uv.mx)

<sup>5</sup> El DR. Arturo López Saldiña, es Técnico Académico de la Facultad de Contaduría, sistema escolarizado de la Región Veracruz de la Universidad Veracruzana. [artulopez@uv.mx](mailto:artulopez@uv.mx)

la imagen pública. Así pues, la mejor manera de asegurar el éxito y el crecimiento continuado estará en la progresiva profesionalización tanto de la gestión operativa como del gobierno corporativo. (Deloitte, 2022)

En México de acuerdo con la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM), la administración de la sociedad anónima estará a cargo de uno o varios mandatarios temporales y revocables, quienes pueden ser socios o personas extrañas a la sociedad. Asimismo, indica que cuando los administradores sean dos o más, constituirán el Consejo de Administración. (Congreso de la Unión, 2022b)

El consejo de administración es el máximo órgano de gobierno de la sociedad, en el que los accionistas y propietarios de las empresas delegan su responsabilidad. Es el lugar en el que se toman las decisiones que afectarán todos los ámbitos de la empresa. (García, 2014)

### **El gobierno corporativo y el consejo de administración en las empresas que cotizan en el mercado de capitales**

El Gobierno Corporativo es una tendencia mundial que surge en los años 80 y toma fuerza a partir de los 90. No representa una moda pasajera sino una realidad que está plenamente consolidada a nivel mundial. En el caso de México, el documento más avanzado en el tema es el Código de Principios y Mejores Prácticas de Gobierno Corporativo elaborado por el Consejo Coordinador Empresarial (“CCE”). Dicho Código sigue las recomendaciones de la OCDE, Banco Mundial, el Foro Global de Gobierno Corporativo entre otros organismos internacionales importantes en esta materia y hoy es un documento de vanguardia en el tema. (IMEF, 2020)

Por ello, uno de los temas básicos en la sociedad moderna es el tema de la Responsabilidad Social y Sostenibilidad que deberán asumir las empresas. Es decir, que no basta que una empresa tenga como fin último generar utilidades para sus accionistas, sino que es importante también saber cómo obtiene estas utilidades. (IMEF, 2020)

Los beneficios de implementar un sistema de gobierno corporativo destacan el hecho de establecer reglas claras sobre la toma de decisiones, gestión y administración del negocio que evitan conflictos entre los accionistas. Otorga un trato equitativo y justo a los accionistas, tanto en sus derechos, como en sus obligaciones, facilitando la toma de decisiones, así como la transición al dueño o accionistas mayoritarios. Asimismo, un gobierno corporativo permite institucionalizar a la organización, estableciendo un marco de permanencia del negocio por medio de la generación de valor, además de ser el pilar en el que se apoya la ejecución de procesos para el logro de la estrategia.

El gobierno corporativo delimita el deber ser del consejo de administración para lograr un desempeño ético del negocio (IMEF, 2011). La operación diaria de una sociedad es responsabilidad del director general y su equipo de dirección, mientras que la labor de definir el rumbo estratégico, vigilar la operación y aprobar la gestión, es responsabilidad del Consejo de Administración. (CCE, 2018)

La LGSM en su artículo 144 establece que cuando los administradores sean tres o más, el contrato social determinará los derechos que correspondan a la minoría en la designación, pero en todo caso la minoría que represente un veinticinco por ciento del capital social nombrará cuando menos un consejero. Este porcentaje será del diez por ciento, cuando se trate de aquellas sociedades que tengan inscritas sus acciones en la Bolsa de Valores. (Congreso de la Unión, 2022b)

Conforme al artículo 22 de la Ley del Mercado de Valores (LMV) las empresas constituidas como sociedades anónimas “S.A.” cuyas acciones representativas del capital social o títulos de crédito que representen dichas acciones, se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Valores, formarán su denominación social conforme a lo previsto en el artículo 88 de la LGSM, debiendo adicionalmente agregar a su denominación social la expresión “Bursátil”, o su abreviatura “B”, es decir Sociedad Anónima Bursátil o “S.A.B.” (Congreso de la Unión, 2022a)

En este sentido las sociedades anónimas bursátiles (SAB) estarán sujetas a las disposiciones especiales que se contienen en la Ley del Mercado de Valores (LMV) y, en lo no previsto por ésta estarán a lo señalado en la Ley General de Sociedades Mercantiles.

Ahora bien, el artículo 23 de la LMV indica que las sociedades anónimas bursátiles tendrán encomendada su administración a un consejo de administración y un director general, que desempeñarán las funciones que dicho ordenamiento legal establece, agregando en el artículo 24 que dicho consejo de administración estará integrado por un máximo de veintiún consejeros, de los cuales, cuando menos, el **veinticinco por ciento deberán ser independientes**. (Congreso de la Unión, 2022a)

Aclarando dicha LMV que en ningún caso podrán ser consejeros de las SAB, las personas que hubieren desempeñado el cargo de auditor externo de la sociedad o de alguna de las personas morales que integran el grupo empresarial o consorcio al que ésta pertenezca, durante los doce meses inmediatos anteriores a la fecha del nombramiento. Asimismo, el consejo de administración designará a un secretario que no formará parte de dicho órgano social, únicamente quedará sujeto a las obligaciones y responsabilidades que también dicha ley establece.

En este orden de ideas el artículo 25 de la LMV establece que el consejo de administración, para el desempeño de las funciones que dicha ley le asigna, contará con el auxilio de uno o más comités que se establezca para tal efecto. El o los comités que desarrollen las actividades en materia de prácticas societarias y de auditoría a que se refiere dicha ley, se integrarán exclusivamente con consejeros independientes y por un mínimo de tres miembros designados por el propio consejo, a propuesta del presidente de dicho órgano social. Tratándose de sociedades anónimas bursátiles que sean controladas por una persona o grupo de personas que tengan el cincuenta por ciento o más del capital social, el comité de prácticas societarias se integrará, cuando menos, por mayoría de consejeros independientes siempre que dicha circunstancia sea revelada al público. (Congreso de la Unión, 2022a)

Los consejeros independientes y, en su caso, los respectivos suplentes, deberán ser seleccionados por su experiencia, capacidad y prestigio profesional, considerando además que por sus características puedan desempeñar sus funciones libres de conflictos de interés y sin estar supeditados a intereses personales, patrimoniales o económicos.

La asamblea general de accionistas en la que se designe o ratifique a los miembros del consejo de administración o, en su caso, aquélla en la que se informe sobre dichas designaciones o ratificaciones, calificará la independencia de sus consejeros. Sin perjuicio de lo anterior, en ningún caso podrán designarse ni fungir como consejeros independientes las personas siguientes:

- I. Los directivos relevantes o empleados de la sociedad o de las personas morales que integren el grupo empresarial o consorcio al que aquélla pertenezca, así como los comisarios de estas últimas.
- II. Las personas físicas que tengan influencia significativa o poder de mando en la sociedad o en alguna de las personas morales que integran el grupo empresarial o consorcio al que dicha sociedad pertenezca.
- III. Los accionistas que sean parte del grupo de personas que mantenga el control de la sociedad.
- IV. Los clientes, prestadores de servicios, proveedores, deudores, acreedores, socios, consejeros o empleados de una empresa que sea cliente, prestador de servicios, proveedor, deudor o acreedor importante.
- V. Las que tengan parentesco por consanguinidad, afinidad o civil hasta el cuarto grado, así como los cónyuges, la concubina y el concubinario, de cualquiera de las personas físicas referidas en las fracciones I a IV antes referidos. (Congreso de la Unión, 2022a)

Los miembros del consejo de administración desempeñarán su cargo procurando la creación de valor en beneficio de la sociedad, sin favorecer a un determinado accionista o grupo de accionistas, cumpliendo los deberes que les sean impuestos por virtud del artículo 28 de la LMV o de los estatutos sociales. (Congreso de la Unión, 2022a)

### **Descripción del Método**

#### **Problemática**

El análisis del presente tema se origina derivado que como hemos visto el gobierno corporativo delimita el deber ser del consejo de administración para lograr un desempeño ético del negocio y esto presenta distintos retos, como es la capacidad y objetividad para definir y formalizar las reglas de participación de los accionistas en la operación; formalizar acuerdos para tomar decisiones con enfoque al negocio promoviendo un entorno de transparencia, así como alineando la operación para que las reglas acordadas sean respetadas y los acuerdos estratégicos sean alcanzados para que exista consistencia y disciplina en la ejecución mediante procesos eficientes y controlados.

Es importante considerar los riesgos que pueden materializarse en empresas con una estructura de gobierno corporativo débil o no alineada a la estrategia, el no contar con un proceso adecuado de generación de información y rendición de cuentas y la reducción de rentabilidad al no tener claridad en líneas de responsabilidad en la ejecución.

Por lo que es importante conocer la estructura actual de los consejos de administración de las empresas que cotizan en el mercado de capitales de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y analizar la diversidad dentro de dicho órgano de gobierno de la sociedad, es decir conocer la distribución de los consejeros patrimoniales, relacionados o independientes. La diversidad de género en los mismos para conocer los avances en el tema de la inclusión en dichas empresas.

#### **Metodología**

El desarrollo de este trabajo se basa en un estudio de tipo exploratorio, ya que si bien el tema del gobierno corporativo ha adquirido relevancia durante los últimos años derivado de los acelerados cambios tecnológicos y la evolución del comercio y que este representa una realidad que está plenamente consolidada a nivel mundial en México las empresas que se encuentran institucionalizadas son las empresas que cotizan en los mercados de valores; en cuanto a su temporalidad, presenta un carácter transversal ya que la información que se recopila para estudiar a las empresas que cotizan en el mercado de capitales la obtenemos de la página de la BMV, con la cual se examina la

relación entre las variables de interés señaladas. El análisis de los resultados se desarrolló con base en estadísticos descriptivos.

El universo de empresas que cotizan actualmente en los 8 sectores en el mercado de capitales constituidas como S.A.B. asciende a 126 empresas, de las cuales 36 corresponden al sector industrial y 20 al sector materiales. implementando para la presente investigación la metodología de muestreo estadístico con un 95% de confianza, una probabilidad de ocurrencia del .5 y 10% de margen de error. la población objetivo fueron las 56 empresas que cotizan en los sectores industrial y materiales ya referidos, de las cuales excluyeron 6 en virtud que no aparece la estructura de sus consejos quedando en la nuestra finalmente 50 emisoras de las cuales se presentan los resultados.

### Comentarios finales

En la actualidad se ve al Gobierno Corporativo moderno como una herramienta para que existan mejores y más empresas eficientes, respetuosas de las leyes y con un manejo honesto y responsable de sus negocios y, por ende, como fuente de bienestar para las comunidades en las que operan. (IMEF, 2020)

Por lo que el análisis de datos de los Consejos de Administración se realizó con base en las 50 emisoras seleccionadas en la muestra, con relación a las mejores prácticas del Código de Principios y Mejores Prácticas de Gobierno Corporativo elaborado por el Consejo Coordinador Empresarial (“CCE”) que se indican:

#### Mejor Práctica 13

Se recomienda que los consejeros independientes representen, cuando menos, el 25% del total de consejeros.(CCE, 2018)

Con el fin de que los consejeros independientes cumplan con su propósito, es necesario que representen un porcentaje significativo dentro del Consejo de Administración, además que así lo establece el 23 de la LMV.



Figura 1 Estructura de los consejos de Administración en las emisoras de los sectores industrial y de materiales

Del análisis gráfico observamos que los consejos de administración si cumplen con el 25% de consejeros independientes en la estructura de sus consejos de Administración, toda vez que en promedio cuentan con un 52% de ellos, resultando esto muy beneficioso para las emisoras toda vez que estos aportan sus conocimientos, experiencia, generan neutralidad en la toma de decisiones con una visión externa y velan por los intereses de las partes minoritarias. Además, que promueven la transparencia y le dan mayor prestigio a la empresa lo que permite la atracción de capital nuevo. (Forbes, 2014)

Asimismo, vemos que el 35% se integra con consejeros patrimoniales y el 13% con relacionados, lo que permite que haya diversidad de opinión para la mejor toma de decisiones estratégicas.

El CCE considera conveniente la participación de accionistas de la sociedad en el Consejo de Administración. En particular, es deseable la participación de aquellos accionistas que no forman parte del equipo de dirección, incluso cuando pertenecen al grupo de control de la sociedad; estos accionistas serán considerados como consejeros patrimoniales. Los funcionarios de la sociedad serán considerados como consejeros relacionados y si además fuesen accionistas, serán entonces consejeros patrimoniales relacionados.(CCE, 2018)

#### Mejor Práctica 14

Se sugiere que cuando menos el 60% del Consejo de Administración esté integrado, en forma conjunta, por consejeros independientes y por patrimoniales.



Figura 2 Integración en los consejos de administración de consejeros patrimoniales e independientes

De la muestra analizada se pudo observar que 46 emisoras que representan el 92% de la muestra, si cumplen con la Mejor Práctica 14 al tener en su estructura más del 60% de consejeros patrimoniales e independientes. Únicamente 4 emisoras de la muestra que representan el 8% no lo cumplen de acuerdo con la información publicada en la página de la Bolsa Mexicana de Valores.

Por otra parte, el Código de Mejores Prácticas considera importante la incorporación de la mujer en la integración del Consejo de Administración, pues sus habilidades le permiten aportar ideas y puntos de vista distintos a los asuntos de la sociedad, enriqueciendo así la diversidad de conocimientos y experiencias. (CCE, 2018)

#### Mejor Práctica 15

Se recomienda la incorporación de la mujer en la integración del Consejo de Administración.



Figura 3 No. de Consejos de Administración en los que participan mujeres

Si bien es cierto el tema de la inclusión es una tendencia mundial que ha tomado mucha fuerza y consolidación en las empresas, observamos que en México es un área de oportunidad que se debe seguir trabajando. Lo anterior debido a que, del análisis realizado en las 50 emisoras revisadas, solo en 24 de estas empresas que son las que se desglosan en el grafica integran mujeres en los Consejos de Administración, como vemos en 12 emisoras al menos incluyen a una mujer, en 7 emisoras están integradas 2 mujeres, en 4 emisoras tienen integradas 3 mujeres y solo en una emisora integran 5 mujeres. además, considerando que en promedio los consejos de administración de las emisoras revisadas cuentan con 11 consejeros integrantes en dicho órgano.

A nivel global, aún estamos lejos de alcanzar una diversidad real en los consejos de administración de las empresas. De acuerdo con el estudio de Deloitte "Mujeres en los Consejos de Administración. Una perspectiva global", las mujeres ocupan solo 15% de los puestos en estos órganos. En México, como señala el mismo análisis, la situación no es tan diferente, debido a que la representación femenina en Consejos y puestos directivos es también insuficiente. Es importante cambiar las circunstancias e incluir a las mujeres en estos órganos y puestos, porque más allá de hacerlo como parte de una política de inclusión o paridad de género, contar con su talento en los consejos de administración debe ser visto, por las empresas, como una estrategia de mercado. (Deloitte, 2019)

#### Conclusión

En el informe elaborado por la Women Action Sustainability junto con Price Wáter House Coopers sobre Sostenibilidad en los Consejos de administración y en la Alta Dirección, recomiendan que el consejo cuente con al menos un consejero con experiencia y formación en la materia y que, adicionalmente, todos los consejeros cuenten con una formación mínima adecuada en ESG y en relación con los aspectos materiales para la organización. (Chao,

2022)

Es fundamental que en México los Consejos de Administración sean multifuncionales y que los consejeros cuenten con perfiles distintos, integrado por hombres y mujeres con opiniones, experiencias y conocimientos diversos, debido a que esto fortalece a las organizaciones y les permite tener una guía más asertiva.

Lo anterior, toda vez que, si en una empresa la experiencia de los consejeros es idéntica o muy similar, se corre el riesgo que sus discusiones no sean efectivas y, por el contrario, cuando se integren diversos perfiles, las perspectivas serán diferentes y tomarán mejores decisiones estratégicas.

### Recomendaciones

Si bien, los hallazgos de este trabajo proveen información muy valiosa para estimular esta línea de estudio. Finalmente, se sugiere replicar este estudio en un mayor número de empresas que cotizan en otros sectores de la BMV.

### Referencias

- CCE. (2018). *Código de Principios y Mejores Prácticas de Gobierno Corporativo*. <https://cce.org.mx/2021/05/10/codigo-de-mejores-practicas-de-gobierno-corporativo/>
- Chao, M. (2022). *Las compañías que cumplen los criterios ESG tienen más probabilidad de triunfar*. [https://www.elespanol.com/enclaves/opinion/20220218/companias-cumplen-criterios-esg-probabilidad-triunfar/651064890\\_13.html](https://www.elespanol.com/enclaves/opinion/20220218/companias-cumplen-criterios-esg-probabilidad-triunfar/651064890_13.html)
- Congreso de la Unión. (2022a). *Ley del Mercado de Valores*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMV\\_090119.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMV_090119.pdf)
- Congreso de la Unión. (2022b). *Ley General de Sociedades Mercantiles*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/144\\_140618.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/144_140618.pdf)
- Deloitte. (2019). *Mujeres en consejos de administración*. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/consejos-de-administracion-con-mujeres.html>
- Deloitte. (2022). *¿Qué es el Gobierno Corporativo? | Deloitte España | Gobierno Corporativo*. <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/governance-risk-and-compliance/articulos/que-es-el-gobierno-corporativo.html>
- Forbes. (2014). *10 ventajas de tener a un consejero en tu empresa*. <https://www.forbes.com.mx/10-ventajas-de-tener-un-consejero-en-tu-empresa/>
- García, G. (2014). *¿Cómo integrar un consejo de administración efectivo? • Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/como-integrar-un-consejo-de-administracion-efectivo/>
- IMEF. (2011). *Gobierno Corporativo*. <https://www.imef.org.mx/grupos/guadalajara/descargas/gobcorporativo/GobCorporativo1.pdf>
- IMEF. (2020). Propuesta IMEF 2020: Recuperación de la Inversión y el Crecimiento Económico con Enfoque Social. *Imef*, 1–80.
- Institute of Company Secretaries of India. (2019). *Study Material Professional Programme Governance , Risk Management , Compliances and Ethics Module 1*. [https://www.icsi.edu/media/webmodules/GOVERNANCE\\_RISK\\_MANAGEMENT\\_COMPLIANCES\\_AND\\_ETHICS.pdf](https://www.icsi.edu/media/webmodules/GOVERNANCE_RISK_MANAGEMENT_COMPLIANCES_AND_ETHICS.pdf)
- KPMG. (2019). *Retos y beneficios del gobierno corporativo en las empresas familiares*. <https://www.delineandoestrategias.com.mx/blog-de/retos-y-beneficios-del-gobierno-corporativo-en-las-empresas-familiares>

### Notas Biográficas

La **Mtra. Blanca Estela Grajales Briscón** es académica del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, cuenta con una Maestría en Derecho Constitucional y Amparo. Es Miembro del UV CA-399 y Miembro del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Finanzas Empresariales. Autora de diversos capítulos de libros publicados en congresos nacionales e internacionales.

La **Mtra. María Esther Carmona Guzmán** es académica de Programa Educativo de Administración del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, Miembro del UV CA-399, Miembro del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Finanzas Empresariales y Miembro del Comité Ejecutivo del Colegio de Contadores Públicos del Estado de Veracruz. Autora de diversos capítulos de libros publicados en congresos nacionales e internacionales.

La **Dra. María del Pilar Enríquez Gómez** es académica del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, Responsable del UV CA-399, Miembro del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Finanzas Empresariales y Miembro del Comité Ejecutivo del Colegio de Contadores Públicos del Estado de Veracruz. Perfil PRODEP que participa en PEDPA y autora de diversos capítulos de libros publicados en congresos nacionales e internacionales.

La **Dra. Tania Beatriz Quintero Bastos** es Dra. en Ciencias Jurídicas, Administrativas y de la Educación por la Universidad de las Naciones. Maestra en Gestión de la Calidad por la Universidad Veracruzana. Integrante del Cuerpo Académico “Retos y Expectativas de las Organizaciones”. Ha participado en diversos congresos nacionales e internacionales con publicaciones relacionadas a las líneas de investigación: Desarrollo e innovación de las organizaciones y Educación: análisis y tendencias. Docente del área económico administrativo, desde el 2008 a la fecha.

El **Dr. Arturo López Saldña** es Secretario de Facultad, de la Facultad de Contaduría y Negocios, de la Universidad Veracruzana, región Boca del Río. Cuenta con Maestría en Tecnologías de la Información; Doctorado en Gobierno y Administración Pública. Es miembro de la Red Investigación de MiPYMEs del Consorcio de Universidad Mexicanas (CUMex).



# Determinación de la Resistencia en Anclas Instaladas en Interior Mina: Metodología para Validación y Acreditación (EMA) como Método de Ensayo no Normado

Dr. Omar Alejandro Guirette Barbosa<sup>1</sup>, Dra. Beatriz Adriana González Rodríguez<sup>2</sup>, Dra. Claudia Guadalupe Lara Torres<sup>3</sup>, Dra. Selene Castañeda Burciaga<sup>4</sup>, Ing. Juan Manuel López Nava<sup>5</sup>.

## Resumen:

El presente trabajo consiste en una investigación de tipo experimental no aleatoria y cuantitativa donde se documentan los pasos necesarios para acreditar un método de ensayo no normado (propio) bajo el estándar ISO/IEC 17025:2017, así como bajo los criterios de la entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Se hace énfasis en la metodología para lograr la validación del método de ensayo a través de precisión del sistema de medición, los componentes del sistema de medición con su variación total y con su tolerancia. La técnica utilizada para realizar el análisis de medición fueron los estudios R&R mediante su variante de método del análisis de varianza (ANOVA), destacando las ventajas de esta variante debido a que las varianzas son estimadas con mayor exactitud, además, el modelo seleccionado considera la medición de efectos aleatorios para todos los factores o componentes de la variación del sistema (operadores, partes, interacción e instrumento) logrando demostrar la confiabilidad en la exactitud y precisión del sistema de medición propuesto en dicho método de ensayo y su posterior acreditación.

**Palabras clave:** ISO 17025, EMA, Validación, Estudios R&R, ANOVA, Ensayo.

## Abstract:

The present work consists of a non-random and quantitative experimental investigation where the necessary steps are documented to accredit a non-regulated test method (own / proposed) under the ISO / IEC 17025: 2017 standard, as well as under the criteria of the Mexican Accreditation Entity (EMA). Emphasis is placed on the methodology to achieve the validation of the test method through the precision of the measurement system, the components of the measurement system with their total variation and their tolerance. The technique used to carry out the measurement analysis was the R&R studies through its variance analysis method variant (ANOVA), highlighting the advantages of this variant due to the fact that the variances are estimated with greater accuracy, in addition, the selected model considers the measurement of random effects for all the factors or components of the variation of the system (operators, parts, interaction and instrument) managing to demonstrate the reliability in the accuracy and precision of the measurement system proposed in said test method and its subsequent accreditation..

**Key word:** ISO 17025, EMA, Validation, R&R Studies, ANOVA, Test.

## Introducción

Buscar la acreditación como sinónimo de competencia técnica y confiabilidad debería ser la decisión estratégica principal de cualquier laboratorio de calibración o ensayo, ya que implementar un Sistema de Gestión de Calidad basado en los criterios del estándar ISO/IEC 17025:2017 es sinónimo de reconocer la validez y certeza de los resultados que emiten los laboratorios de ensayo para la Evaluación de la Conformidad. Bajo ese contexto la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) solicita una serie de requisitos para lograr dicha acreditación además de los incluidos en la norma ISO/IEC 17025:2017, dichos requisitos se pueden encontrar en el documento “Criterios de Aplicación de la norma ISO 17025 (MP-FE005-13)” en el cual por medio de la experiencia en la evaluación y práctica del organismo acreditador se actualizan los criterios de aplicación del estándar ISO 17025:2017 para la evaluación de laboratorios, dependencias, laboratorios acreditados, miembros del padrón nacional de evaluadores y grupos de interés, y cuyo principal objetivo es aclarar e interpretar los requisitos de gestión y técnicos del estándar ISO/IEC 17025:2017 que se han detectado como críticos, también, tiene el propósito de establecer requisitos complementarios y son parte de los

<sup>1</sup> Prof. Universidad Politécnica de Zacatecas integrante del CA Matemática Ap. para Mejora Emp. y de Negocios, [omarguirette@upz.edu.mx](mailto:omarguirette@upz.edu.mx), autor corresponsal.

<sup>2</sup> Prof. Universidad Politécnica de Zacatecas integrante del CA Matemática Ap. para Mejora Emp. y de Negocios, [betyrogo9@hotmail.com](mailto:betyrogo9@hotmail.com).

<sup>3</sup> Prof. Universidad Politécnica de Zacatecas integrante del CA Matemática Ap. para Mejora Emp. y de Negocios, [claudiagt10@hotmail.com](mailto:claudiagt10@hotmail.com).

<sup>4</sup> Secretaria Administrativa Universidad Politécnica de Zacatecas, [scastaneda@upz.edu.mx](mailto:scastaneda@upz.edu.mx).

<sup>5</sup> Evaluador líder de la Entidad Mexicana de Acreditación,

criterios de evaluación que se deben utilizar en los procesos de evaluación y acreditación de laboratorios de ensayo y calibración.

El esquema al momento de acreditar cualquier método de ensayo o calibración, dado lo descrito en el párrafo anterior, estará sujeto entonces a un grupo de criterios de la ISO /IEC 17025:2017 y a un grupo auxiliar de criterios de interpretación dictados por la EMA en el MP-FE005-13. En ese contexto el apartado 7.2 del estándar ISO /IEC 17025:2017 nos describe los requisitos (característica implícita y/o obligatoria) para validar cualesquiera métodos de prueba, ensayo, calibración: 7.2 Selección, verificación y validación de métodos (Tabla 1).

ISO/IEC 17025:2017	Descripción	Interpretación y guía EMA MP-FE005-13
7.2	<i>Selección, verificación y validación de métodos</i>	<i>Selección, verificación y validación de métodos</i>
7.2.1.4	Cuando el cliente no especifica el método a utilizar, el laboratorio debe seleccionar un método apropiado e informar al cliente acerca del método elegido. Se recomiendan los métodos publicados en normas internacionales, regionales o nacionales o por organizaciones técnicas reconocidas o en textos o revistas científicas pertinentes, o como lo especifique el fabricante del equipo. También se pueden utilizar métodos desarrollados por el laboratorio o modificados.	Documentar todos los métodos de muestreo, ensayo y/o calibración incluidos en el alcance de su acreditación (incluidos los procedimientos para realizar manejo, transporte, almacenamiento y preparación de los elementos a ensayar y/o calibrar) y tenerlos disponibles para consulta en el lugar que se realicen las actividades de ensayo y/o calibración.
7.2.2	<i>Validación de métodos</i>	<i>Validación de métodos</i>
7.2.2.1	El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos desarrollados por el laboratorio, la validación debe ser tan amplia como sea necesaria para satisfacer las necesidades del campo de aplicación.	Para los ensayos que involucren mediciones físicas: 1. Verificación del desempeño del equipo contra los requerimientos establecidos en el método. 2. Conformidad de las instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio con lo establecido en el método. 3. Estudio de repetibilidad y reproducibilidad en cumplimiento con los criterios de aceptación mediante los datos de desempeño. 4. La evidencia de una comparación Inter laboratorios

**Tabla 1.- Criterios para la validación de métodos.** Elaboración propia tomado de ISO/IEC 17025:2017 y EMA MP-FE005-13

Se deberá entender pues que ante ambas referencias existen dos tipos de métodos, los normados (se verifican) y los no normados o propios (se validan). El requisito ISO/IEC 17025:2017 solo menciona que el método se debe validar en amplitud mientras que la guía MP-FE005-13 de la EMA menciona una descripción más detallada sobre los rubros que se deben cubrir para dichos métodos de prueba. Cabe mencionar que los rubros citados anteriormente serán los que se presentarán posteriormente en el capítulo 3 de este texto.

Descrito lo anterior se puede ya contar con una idea clara del procedimiento a seguir para validar un método propio o no normado por lo que el paso que sigue es describir cual es el método en cuestión o que se quiere someter a validación para cubrir con los requisitos citados en la página anterior. Dicho método se denomina como “**Determinación de la Resistencia en Anclas Instaladas en Interior Mina**” conocido coloquialmente en minas como “prueba de anclas”.

El método “Determinación de la Resistencia en Anclas Instaladas en Interior Mina” no es un trabajo reciente o un proceso nuevo ya que dicho método se basa en la adherencia entre materiales, particularmente la del mortero con algún metal, uno de los fenómenos básicos sobre el que descansa el funcionamiento del método es la adherencia entre el mortero y el acero. Como lo mencionan Cedeño y González (2015) si no existiera tal adherencia las barras de acero serían incapaces de soportar el menor esfuerzo de tracción ya que el acero se deslizaría sin encontrar resistencia en toda su longitud. Después cuando este se fisura lo hace regularmente distribuido a lo largo de la pieza en virtud de la adherencia, permitiendo que el acero tome los esfuerzos de tracción, manteniendo la unión entre los dos materiales en las zonas con fisuras.

La adherencia cumple entonces con dos objetivos, asegurar el anclaje, que está dado por la longitud de la barrilla de acero y transmitir los esfuerzos tangenciales periféricos que aparecen en la armadura principal como consecuencia de las variaciones de su tensión longitudinal. Además, dicho fenómeno de adherencia está originado por la naturaleza físico química mediante la adhesión de acero y concreto a través de fuerzas capilares y moleculares desarrolladas en la interface, donde el acero absorbe pasta cementarte ayudado por el efecto de retracción (Cedeño & González, 2015).

La falla por adherencia se origina entonces debido a que la fuerza de tracción es transmitida al hormigón a través de los rebordes o cordones de la barra de metal propagando una tensión interna en forma de anillos, los que producen grietas a lo largo de la barra de metal empotrada. Cuando estos anillos están cargados hasta la falla aparecen grietas longitudinales y finalmente el cono falla con un ángulo de inclinación  $\alpha$ . Estas grietas aumentan el deslizamiento entre la barra y el mortero. Cuando la componente radial llega a su valor máximo el mortero se rompe súbitamente (Sepulveda, 2015). Un esquema de este tipo de falla se puede ver en la Figura 1.

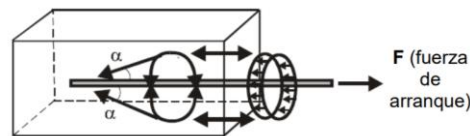


Figura 1. Falla por adherencia.

Uno de los primeros trabajos sobre el estudio del fenómeno de la adherencia citado en párrafos anteriores se remonta hacia el año de 1899, investigación que consistía en medir el desplazamiento de los extremos de unos cables de acero ahogados en mortero para posteriormente ser sometidos a una carga de tensión: de esta prueba se derivaba una relación de fuerza/desplazamiento que hasta los años cincuenta se impuso como la prueba estándar para la medición de la adherencia, empezando así el estudio de la adherencia estructural entre materiales.

Para el año de 1958 Klaus Müller Rehm hace públicos diversos resultados de un experimento sobre adherencia, en los cuales, por primera vez, se realiza la prueba de extracción de varillas del concreto “The Pull Out Test”, dicho experimento consistía en ahogar una barra de acero especialmente perfilada en concreto, encajado en el cuerpo de acero para posteriormente someter la barra a un esfuerzo de tensión, Figura 2.

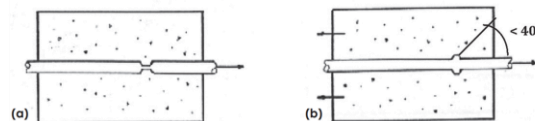


Figura 2. Ensayo de Müller Rehm

Los resultados del experimento anterior permitieron distinguir dos tipos de falla en la adherencia: en la primera, la falla ocurre por la ruptura de la adherencia la cual consiste en extracción de la barra de acero con grietas radiales en el concreto propagándose a partir de la superficie de la barra y la segunda falla que ocurre por el daño del concreto al desarrollar una alta tensión interna consistente en la aparición de fisuras longitudinales paralelas al eje de la barra y propagándose en esa misma dirección (Domínguez, 2013).

Ya para el año 1979 Ralejs Tefers (1933-2015) elabora uno de los primeros trabajos científicos formales sobre la determinación de la resistencia del esfuerzo de tensión sometido a la barra de metal y la interacción entre ambos elementos. En dicho trabajo se modela se modela la interfaz del experimento analíticamente como si fuese una capa en la que intervienen simultáneamente el cortante y la presión interna, y de este modo propone que la resistencia de la interacción está determinada por la capacidad del concreto/mortero circundante para soportar el esfuerzo circunferencial producido por la barra de acero (Domínguez, 2013), nace así entonces lo que actualmente conocemos como el método de ensayo “Determinación de la Resistencia en Anclas”.

## Desarrollo

Partiendo del hecho de que la adhesión es una propiedad de los materiales por la cual dos superficies de sustancias diferentes se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares cuando entran en contacto por lo tanto uno de los fenómenos básicos sobre el que descansa el funcionamiento del concreto lanzado en interior mina como material estructural es la adherencia entre el mortero y el acero (barra de acero anclada directamente en roca sumergida en mortero). Si no existiera tal adherencia, las barras de acero serían incapaces de soportar el menor esfuerzo de tracción ya que el acero deslizaría sin encontrar resistencia en toda su longitud. Después cuando este se fisura lo hace regularmente distribuido a lo largo de la pieza en virtud de la adherencia, permitiendo que el acero tome los esfuerzos de tracción, manteniendo la unión entre los dos materiales en las zonas con fisuras, soportando así cualquier posible desprendimiento de roca y permitiendo la continuidad de los trabajos mineros con la mayor seguridad posible. Por lo tanto, las anclas que quedan colocadas en el barreno previamente realizado en roca y una alternancia de roca y suelo.

El orificio entre el barreno y el ancla, se rellena con mortero; en estas condiciones, el anclaje trabaja por fricción, en forma pasiva como lo muestra la Figura 3.

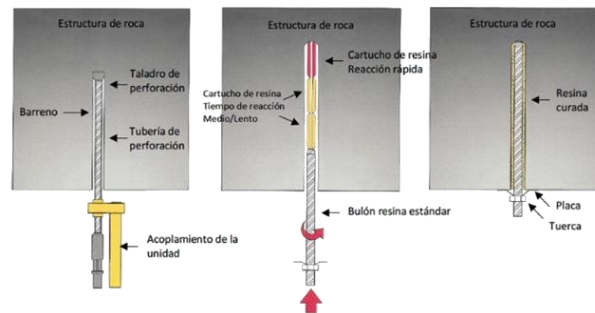


Figura 3.- Anclaje en interior mina (fuente: <https://weber-mining.mx/anclaje>) para uso ilustrativo.

Tanto el suelo como la roca son materiales naturales que ocurren en gran variedad de formas, esto hace que sus propiedades ingenieriles varíen enormemente de un lugar a otro. La capacidad del ancla se ve influida por la profundidad de colocación. Las anclas en roca, son de mediana a muy alta capacidad, ya que este material resiste concentraciones de esfuerzo mayores. El barreno suele tener una sección constante. La resistencia al corte se ve influida en menor medida por la profundidad de anclaje (Paredes, 2007).

El procedimiento de instalación del anclaje básicamente se realiza en tres pasos, a) Perforación en Roca, se realiza la perforación de barrenos para el anclaje con un diámetro y una profundidad definida en el proyecto. Para efectuar la barrenación se debe utilizar equipo neumático o rotatorio, b) Limpieza del Barreno, una vez terminado el barreno, se procede a la limpieza del mismo, sopleteándolo con aire o lavándolo con suficiente agua, hasta que sea retirado el material producto de la barrenación, c) Colocación del Mortero, posteriormente, se procede a vaciar el mortero dentro de la perforación, para lo cual se utiliza una manguera con suficiente longitud; de tal forma que se deposite en primera instancia el mortero en el fondo del barreno y se vaya avanzando hacia arriba, manteniendo la manguera siempre sumergida en la mezcla, (CFE, 2018). De manera tal que el ancla ya instalada se aprecia en la Figura 4.

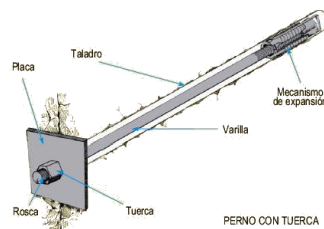


Figura 4.- Ancla instalada en interior mina.

Una vez descrito el elemento de estudio es imperativo recordar los requisitos dictados por EMA para la validación del método propuesto (descritos en la Tabla 1, página 6), los cuales son para los ensayos que involucren mediciones físicas: 1. Verificación del desempeño del equipo contra los requerimientos establecidos en el método, 2. Conformidad de las instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio con lo establecido en el método, 3. Estudio de repetibilidad y reproducibilidad en cumplimiento con los criterios de aceptación mediante los datos de desempeño y 4. La evidencia de una comparación Inter laboratorios. Lo puntos anteriores marcan la pauta a desarrollar en este apartado metodológico pues solo al cumplir dichos requisitos un método de ensayo no normado o propio se puede considerar como validado.

**1.- Verificación del desempeño del equipo contra los requerimientos establecidos en el método.** Capacidad de Carga, la capacidad de carga que ofrece el perno de anclaje, está representada por el tonelaje que ofrece en el control de las inestabilidades subterráneas. En esta etapa, es importante tener en cuenta que existe una diferencia entre el elemento de sostenimiento antes de ser inserto y el aplicado en el macizo rocoso (anclaje). La capacidad de carga del anclaje, es el resultado de la medición cuando este se encuentra dispuesto dentro de la masa rocosa. Por ello, se debe tener claro el concepto de anclaje, el cual resulta de la asociación del macizo rocoso, el perno de acero, y los encapsulantes (mortero/concreto/resina) aplicados: cartuchos de cemento, cartuchos de resina e inyecciones de lechada de cemento. Elementos del equipo: a) castillo del equipo, b) cilindro hidráulico, c) cadena de seguridad, d) Manguera de alta presión, e) manómetro indicador de presión, f) bomba hidráulica, g) tuerca de seguridad tipo mariposa.

Es importante destacar que para cubrir este primer apartado el equipo, manómetro y bomba hidráulica, deben estar calibrados con un proveedor de calibración acreditado, así mismo, el intervalo de calibración deberá encontrarse entre 1 y 15 toneladas que es intervalo en el que se encuentra el desempeño de las anclas al momento de hacer la prueba de resistencia a la tensión, se debe verificar también que la calibración este vigente en la fecha de realización de las pruebas. Cumpliendo los puntos anteriores se tiene suficiente evidencia para la verificación de desempeño del equipo contra los requerimientos establecidos en el método.

## **2. Conformidad de las instalaciones y condiciones ambientales del laboratorio con lo establecido en el método.**

Se documentan las capacidades de carga reales que ofrecen los anclajes, en función a las condiciones geomecánicas características del yacimiento (condiciones ambientales) y a los requerimientos de diseño. Estas actividades deberán ser desarrolladas por cada uno de los dominios geomecánicos característicos del proyecto subterráneo, es decir, deberán ser diferenciados de los dominantes y aleatorios de cada una de las áreas subterráneas (Hurtado, 2019). Las instalaciones son las prevalecientes en el lugar a efectuar la prueba considerando siempre las medidas de seguridad pertinentes.

## **3. Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) en cumplimiento con los criterios de aceptación mediante los datos de desempeño.**

Los errores en cualquier sistema de medición (y por lo tanto en un ensayo) se generan debido a causas relacionadas con la *exactitud* (diferencia entre el valor medido y el valor real de un ítem) o a causas relacionadas con la *precisión* (variación cuando el mismo ítem se mide repetidamente con el mismo dispositivo); de la misma forma la exactitud de un sistema de medición tiene componentes de variación que tienen que ver con el instrumento de medición y que pueden ser abatidas o disminuidas al máximo posible/aceptable mediante una buena calibración (en los intervalos requeridos para la medición). A su vez, la *precisión* del sistema la integran dos componentes, la *repetibilidad* (variación causada por el dispositivo de medición y se observa cuando el mismo operador mide el mismo ítem varias veces, usando el mismo sistema de medición bajo las mismas condiciones). Y la *reproducibilidad* (variación causada por el sistema de medición y se observa cuando diferentes operadores miden el mismo ítem varias veces, usando el mismo sistema de medición conservando las mismas condiciones).

Por lo tanto, para poder evaluar la *precisión* de un sistema de medición se recomienda utilizar los estudios de R&R (repetibilidad y reproducibilidad), que miden el error producido por los dos componentes citados en el párrafo anterior, y también permite conocer la variabilidad intrínseca del sistema de medición, que es difícilmente controlable; en otras palabras, compara la variación de los componentes del sistema de medición con su variación total y con su tolerancia. Los métodos utilizados para realizar los estudios de R&R son: a). Método del rango (también conocido como método

corto), b). Método del promedio y del rango (también conocido como método largo), así como c). Método del análisis de varianza (también conocido como Método Anova); las ventajas de este último en relación con los dos primeros, son que las varianzas son estimadas con mayor exactitud, también se obtiene mayor información como la interacción del operador con el ítem que se mide; además, considera un modelo de efectos aleatorios para todos los factores o componentes de la variación del sistema (operadores, ítems, interacción e instrumento).

La tabla Anova estándar que contiene las fórmulas para las sumas y las medias de cuadrados de cada componente de variación del sistema, se muestran en la Tabla 1 (Botero Arbeláez y Mendoza, 2007):

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados
Operador	$SC_o$	$o-1$	$MC_o = \frac{SC_o}{(o-1)}$
Parte	$SC_p$	$p-1$	$MC_p = \frac{SC_p}{(p-1)}$
Operador x parte	$SC_{op}$	$(o-1)(p-1)$	$MC_{op} = \frac{SC_{op}}{(o-1)(p-1)}$
Error (instrumento)	$SC_e$	$op(t-1)$	$MC_e = \frac{SC_e}{op(t-1)}$
TOTAL	$SC_{total}$	$opt-1$	

Tabla 2.- Tabla ANOVA estándar (fórmulas).

Derivado de que la prueba de anclas instaladas en interior mina es una ensayo destructivo, no se puede medir varias veces la misma muestra, por lo que opto por realizarlas en diferentes puntos, pero el con el mismo proveedor de varilla para el anclaje y así disminuir las posibles fuentes de variación del sistema de medición. Aunado a lo anterior se destaca que la ASTM (D4435) establece que la precisión, debido a la naturaleza de los materiales de roca sometidos a prueba por este método, actualmente no es factible o es muy costoso producir muestras múltiples que tengan propiedades físicas uniformes. Por tanto, ya que las muestras que arrojarían los probablemente a la variación de la muestra o a la variación del operario o del laboratorio que efectúa la prueba. (ASTM).

#### 4. La evidencia de una comparación Inter laboratorios.

El último de los puntos solicitados por el organismo acreditador es el de la comparación interlaboratorios que a precisión el estándar (ISO/IEC 17025:2017) solicita, dicha metodología se define como la organización, realización y evaluación de mediciones y ensayos sobre el mismo ítem o ítems similares por dos o mas laboratorios de acuerdo con condiciones predeterminadas. Para la realización de dicho requisito se solicitó a la empresa “Industria Minera X”, participar en la realización del ensayo para probar anclas de 5/8, los resultados obtenidos se muestran en el Anexo III. Con los resultados obtenidos se realizó el cálculo de repetibilidad y reproducibilidad que se muestra en la tabla x.

### Resultados y Análisis

El resultado de aplicar la prueba del anclaje en la mina A con 3 operadores y con 20 ensayos cada uno se puede observar en la tabla 3.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Operador	0.016	2	0.0080	18.42	.00002
Ítems	0.610	9	0.0701		
Interacción	0.960	18	0.0540		
Error	1.400	30	0.0470		
Total	2.991	59	-		
Repetibilidad	1.11		%Rep.	9.2	
Reproducibilidad	0.25		%Reprod.	2.0	
Interacción	0.30		%Interacción	2.5	
R&R	1.18		%R&R	<b>9.52</b>	

Tabla 3.- Tabla ANOVA y resultados R&R en la mina A.

De acuerdo al Método Anova utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición si el % R&R es menor que 10% el sistema de medición es *aceptable* para la mina A. Con una incertidumbre  $\pm 2.2$  toneladas y un factor de cobertura  $k=2$  para un intervalo de confianza de 95.45% (Botero Arbeláez y Mendoza, 2007).

El resultado de aplicar la prueba del anclaje en la mina B con 3 operadores y con 20 ensayos cada uno se puede observar en la tabla 4.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Operador	0.076	2	0.0381	12.72	.00001
Ítems	0.730	9	0.0801		
Interacción	0.870	18	0.0480		
Error	1.490	30	0.0500		
Total	3.171	59	-		
Repetibilidad	1.15		%Rep.	9.4	
Reproducibilidad	0.12		%Reprod.	1.0	
Interacción	0.13		%Interacción	1.1	
R&R	1.16		%R&R	<b>9.52</b>	

**Tabla 4.- Tabla ANOVA y resultados R&R en la mina B.**

De acuerdo al Método Anova utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición si el % R&R es menor que el 10% el sistema de medición es *acceptable* para la mina B. Con una incertidumbre  $\pm 2.3$  toneladas y un factor de cobertura  $k=2$  para un intervalo de confianza de 95.45% (Botero Arbeláez y Mendoza, 2007).

Por último, se presentan los resultados para el diseño experimental de la comparación Inter laboratorios mismos que se desarrollaron también en la mina A pero con personal de la “Industria Minera X”, quienes accedieron a participar en la realización del ensayo para probar anclas de 5/8 con 3 operadores pero con el mismo instrumento de medición previamente calibrado y utilizado en la mina A previamente, dichos resultados se pueden apreciar mejor en la tabla 5.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Operador	0.084	2	0.0381	14.21	.00000
Ítems	0.622	9	0.0801		
Interacción	0.742	18	0.0480		
Error	1.721	30	0.0500		
Total	3.260	59	-		
Repetibilidad	1.34		%Rep.	11.0	
Reproducibilidad	0.11		%Reprod.	0.9	
Interacción	0.49		%Interacción	4.0	
R&R	1.43		%R&R	<b>11.81</b>	

**Tabla 5.- Tabla ANOVA y resultados R&R en la mina A por la empresa “Industria Minera X”.**

De acuerdo al Método anova utilizado para realizar el estudio de repetibilidad y reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición si el porcentaje es  $10\% \leq R \& R < 30\%$  el sistema de medición *puede ser acceptable* según su uso.

Lo anterior permite resaltar la confiabilidad del método propuesto, incluso como se puede observar al comparar las tablas anova se presentó menor variación que la encontrada en la prueba Inter laboratorios. Sobre el margen de error se debe destacar que no existe un valor de referencia aceptado para este método de prueba, por lo tanto, no puede determinarse un margen de error. (ASTM), dando por sentado pues que la validación del método descansa en los criterios de aceptación de los estudios R&R.

Los resultados anteriores se sometieron a la auditoría de acreditación correspondiente atendiendo la Ley de Infraestructura de la Calidad vigente en México (SE, 2022).

### Conclusiones

Documentar y validar un método no normado tal vez sea una de las tareas más difíciles que puede enfrentar un laboratorio de ensayos y/o calibraciones al momento de buscar una acreditación ISO/IEC 17025:2017 (la mayoría de

laboratorios sólo trabajan con métodos normandos, por lo que sólo verifican sus métodos de ensayo y en su momento no se enfrentan a una validación). Lo anterior ha generado una base de conocimientos estadísticos que los laboratorios no habían desarrollado previamente y que les permite obtener la confiabilidad técnica requerida. El método utilizado para validar los resultados es el más confiable y el que mayor credibilidad tiene al momento de una auditoría de acreditación (anova). Sin embargo, el principal beneficio de la aplicación de la metodología desarrollada radica en la Ley de Infraestructura de la Calidad (SE, 2022), pues al lograr la acreditación en cualesquier método los laboratorios se tornan un **Organismo de Evaluación de la Conformidad** que se define como: “persona acreditada por una Entidad de Acreditación o en su caso, por la Autoridad Normalizadora y, cuando se trate de Normas Oficiales Mexicanas, Estándares, Normas Internacionales ahí referidos o de otras disposiciones legales; en caso de que la acreditación sea realizada por una Entidad de Acreditación el Organismo deberá ser aprobado por la Autoridad Normalizadora competente, para llevar a cabo la Evaluación de la Conformidad”.

Y como se menciona en el Artículo 54 de la citada ley, “solo podrán operar como Organismos de Evaluación de la Conformidad aquellos laboratorios que estén acreditados ante una Entidad de Acreditación” (SE, 2022), lo anterior sienta un precedente nacional en la rama de la construcción sub rama geotécnica pues el método presentado en el presente trabajo en el único acreditado como OEC en México hasta el momento de la publicación de esta revista (lo descrito anteriormente se puede constatar en el catálogo de acreditados de la propia EMA, disponible en [https://www.ema.org.mx/portal\\_v3/](https://www.ema.org.mx/portal_v3/)).

Se destaca que la confiabilidad de los resultados de cualquier otra empresa en el método propuesto estará sujeta la verificación de la entidad de acreditación, caso contrario no se reconoce la validez y confiabilidad de resultados presentados, Ley de Infraestructura de la Calidad (SE, 2022).

### **Bibliografía:**

Botero Arbeláez y Mendoza. (2007). Método Anova Utilizado para Realizar el Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad Dentro del Control de Calidad de un Sistema de Medición. *Scientia et technica*, 37.

Cedeño, A., & González, J. (2015). Estudios sobre los esfuerzos de adherencia. *Tekhne Revista de Ingeniería*, 55-69.

CFE, (. F. (02 de Marzo de 2018). *Sistema de Anclaje en roca y/o suelo para estructuras de liena en transmisiones y subestaciones*. Obtenido de CFE: <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/d/C0000-42.pdf>

Domínguez, R. N. (2013). La adherencia en el concreto reforzado: breve revisión histórica de la investigación del fenómeno. *Investigación y Ciencia*, 61-71.

Economía, S. d. (03 de 03 de 2022). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de diputados.gob.mx: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LICaL\\_010720.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LICaL_010720.pdf)

Hurtado, D. J. (2019). Calidad de instalación y capacidad de soporte de pernos split set mediante la prueba de arranque. *Concytec*, 50-62.

ISO/IEC 17025:2017, I. (s.f.). ISO 17025:2017. *Requerimientos*. Ginebra, NA, Suiza: ISO.

Paredes, A. J. (2007). Anclaje en suelos. En P. A.j., *anclaje en suelos* (pág. 26). mexico: ed mc.

Sepulveda, S. A. (2015). *Ensayo de adherencia de barras de anclaje compuestas por fibra de vidrio reforzado*. Santiago de Chile: Universidad deChile.



## Actores de la Inclusión Educativa

Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán<sup>1</sup>, Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona<sup>2</sup>  
C. Julio Armando Jiménez Rivera<sup>3</sup>, C. Edith Enedina Tapia Casasola<sup>4</sup>

**Resumen**— Este artículo es la revisión de los actores de la inclusión educativa en el nivel básico, esto para lograr entender desde una revisión teórica, y lograr concebir a través de esta una categorización de los individuos que pueden conformar un entorno inclusivo, siendo de esta manera que se toma en cuenta a los docentes, padres, y alumnos, reconociendo la importancia así como los roles mediante una revisión teórica, para, entender de esta manera que tanto impacto pueden tener los actores, así como las responsabilidades con las que cuentan, sin olvidar que la inclusión educativa es un proceso que en este caso requiere que todos los participantes, apoyen para concretarlo, siendo, dos de los actores quienes podrían ser fomentadores de la misma y el alumno como consecuencia de la labor de los padres y docentes.

**Palabras clave**— *Inclusión educativa, Actores de la inclusión, Padres, Alumnos y Docentes*

### Introducción

El documento aborda a los tres actores de la inclusión educativa, así como la conceptualización de estos, siendo una manera de reconocer que el generar inclusión es una labor de todos, no solamente de docentes, ni de padres, sino más bien, abordar la inclusión desde tres frentes, lo cual resulta necesario para dejar de tener un culpable y dar paso a generar una comunidad responsable que responda a esta necesidad de una educación inclusiva, en donde no solo se busquen los errores y sobre quien recaen, sino más bien se tome en cuenta el impacto que cada individuo puede tener para generar a personas que se sientan parte del entorno en el que se desarrollan.

### Descripción del Método

El presente documento se ha elaborado mediante el método descriptivo esto debido a que nos permite un análisis conceptual, de investigaciones previas, es necesario mencionar que este trabajo forma parte, de un proyecto de investigación para la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual tiene como propósito conocer si los docentes cuentan con estrategias que sean favorables para un entorno inclusivo, así como los padres cuentan con los conocimientos y creencias que sean fomentadoras de la inclusión, sin descartar a los alumnos como posibles agentes que busquen un entorno inclusivo. Por lo tanto, el documento busca comprender quienes y como se influye en la inclusión educativa.

### Actores de la inclusión educativa

El hablar sobre los actores de la inclusión educativa requiere que comprendamos que el objetivo de la inclusión no es meramente propiciar conocimientos, más bien se enfoca en el desarrollo del alumno, un desarrollo que busca ser integral y ayudar al infante a lo largo de su vida (Damm, 2008), es decir un desarrollo físico, social y emocional, por lo tanto se entiende que la escuela en sí misma, como única institución no es capaz de fomentar en el alumno lo necesario para generar este impacto que se esperaría de la inclusión educativa; pues al retomar el ejemplo

<sup>1</sup> Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán. Profesor de tiempo completo del Centro Universitario UAEM Zumpango, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México, líder del Cuerpo Académico: Gestión de la educación e investigación sustentable. Investigador y autor de diversos artículos. Perfil PROMEP, Coautor de tres libros. Profesor de unidades de aprendizaje en la Licenciatura en Ingeniero Agrónomo en Producción [jlgutierrezl@uaemex.mx](mailto:jlgutierrezl@uaemex.mx)

<sup>2</sup> Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona. Profesora de tiempo completo del Centro Universitario UAEM Zumpango, perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México, integrante del Cuerpo Académico: Gestión de la educación e investigación sustentable. Investigadora y autora de diversos artículos. Perfil PROMEP, Coautora de tres libros. Profesora de unidades de aprendizaje en la Licenciatura en Contaduría. [carminaniembro33@hotmail.com](mailto:carminaniembro33@hotmail.com)

<sup>3</sup> C. Julio Armando Jiménez Rivera, egresado de la Licenciatura de psicología por la Universidad Autónoma del Estado de México, CU UAEM Zumpango, Integrante del proyecto de investigación con diversos cursos de atención psicológica. Capacitador y atención psicológica en la Unidad de medicina familiar No. 55 [julioarmiandojimenezrivera@gmail.com](mailto:julioarmiandojimenezrivera@gmail.com)

<sup>4</sup> C. Edith Enedina Tapia Casasola, egresada de la Licenciatura de psicología en la Universidad Autónoma del Estado de México, CU UAEM Zumpango, participante en tres proyectos de investigación, participante en diversos congresos, movilidad internacional en Argentina. [tcasasolaene@gmail.com](mailto:tcasasolaene@gmail.com)

canadiense sobre como generar una escuela inclusiva y como lo menciona Moliner (2008) es a través del apoyo de los padres de niños con Necesidades Educativas Especiales (NEE) que una escuela puede volverse inclusiva, pues son ellos los que logran entender la importancia de instituciones inclusivas, pero, no son los únicos que pueden apoyar, pues la inclusión no solo debe de buscar a quienes necesiten ayuda, más bien debe enfocarse en la diversidad de los alumnos y encontrar en esta una oportunidad para un mejor aprendizaje e integración social.

La idea de la inclusión educativa, pareciera sencillo de conseguir debido a lo que Moliner (2008) menciona como “el milagro canadiense”, pues la transición fue rápida y los resultados bastante prometedores, pero, debemos recordar que nuestra nación, México no cuenta con los recursos ni la infraestructura que tiene Canadá, pero si cuenta con los mismos actores, los cuales pueden ser un motor para el cambio hacia una sociedad más inclusiva, pero esta idea tiene que tener su origen en la educación, pero no recaer únicamente en la labor docente, si bien esto suena complicado, es preciso aclarar que un aula inclusiva será reflejo de las creencias de los docentes y padres o familiares de los alumnos de nivel básico.

Al observar a las aulas inclusivas como un resultado de la labor docente y de los padres de familia, el alumno también se puede apreciar así, como un resultado de la mezcla de las creencias de los padres y profesores. Si bien esto fue mencionado por Moliner (2008), también hay que reconocer a los alumnos como capaces de tener sus propias creencias, así como menciona Torres (2013), las creencias del alumno pueden ser las que generen la posibilidad de un ambiente inclusivo o bien las que terminen por generar un ambiente que resulte segregador, aun si esto ocurriera, se debe tener presente que las ideas o creencias de los alumnos son el resultado de la mezcla de conocimientos, aptitudes, valores, provenientes de los padres y profesores.

Ahora bien el rol de los docentes vendría a ser el de un divulgador que promueve la escuela inclusiva, y para conseguir esto debe de tener una actitud positiva hacia la diferencia, la diversidad y de manera obvia la enseñanza, buscando una resolución del trabajo de forma colaborativa, y empleando estrategias para fomentar lo mismo en sus estudiantes, haciendo los parte de la comunidad (Blanco, 1999), siendo así, que para que esto se logre se requiera un trabajo colaborativo a través del cual se integren los alumnos a sus comunidades e independientemente de sus características y capacidades sean pertenecientes a la misma.

Es necesario mencionar que en las estrategias aplicadas principalmente en Canadá se ve al alumno como meramente un ente en todo el proceso de cambio, es decir, se le aprecia como el resultado de lo que ocurre con los otros dos actores ya mencionados, los cuales no son únicos, pero si son los que presentan un mayor impacto en el alumno y por lo tanto son los principales motores de cambio (Moliner, 2008).

Las creencias de los docentes no implican únicamente un cambio en la perspectiva si no, más bien un cambio en la respuesta hacia el alumno con NEE o bien que pertenece a una minoría, por lo que la respuesta del docente hacia él puede influir en el desarrollo socio afectivo del alumno y por lo tanto en como este se va a relacionar con el grupo, es decir si el docente no es hostil hacia el alumno, el ultimo no tendrá por qué serlo con sus compañeros (Torres; et al, 2013).

Lo anterior pues el alumno ve al docente como una figura significativa, la cual puede tener un gran impacto en como el alumno con NEE se percibe así mismo, de igual forma, si el docente genera aceptación el alumno va a imitar esta tendencia hacia sus compañeros, de ahí la importancia de la labor docente y del comportamiento de estos (Jordán, 2001).

El avance hacia un sistema inclusivo por completo no se puede conseguir a menos que la familia del alumno igual sea un recurso para el mismo fin, pues como se observa en el trabajo de Moliner (2008). Los padres deberían de ser los primeros en buscar un entorno inclusivo, un ambiente en el cual sus hijos se logren desarrollar siendo pertenecientes a él y sin miedo a perderse en el mismo.

Se entiende por esto que la inclusión es algo que nos beneficia a todos y es por medio de esta que tanto alumnos, así como los padres y la comunidad misma se verán beneficiados por esto, y la labor de los padres es vital, pues ellos cuentan con mayor facilidad que el docente en incentivar la inclusión educativa, debido al tiempo que los alumnos pasan en casa y la atención individual que de sus padres podrían recibir (Gerg, 2006). A pesar de que la

familia, tiene un gran impacto en el desarrollo de la inclusión educativa esta no ha sido abordado más que en escasos trabajos y de manera general, siendo las más relevantes las ya mencionadas.

El objetivo de la inclusión educativa es que los alumnos se sientan pertenecientes a su ambiente escolar y puedan desarrollarse contando con el como una herramienta, para el desarrollo de sus capacidades y habilidades, siendo no solo la integración si no fomentando un crecimiento y oportunidades para los alumnos (Cabero y Córdoba, 2009), si bien es un fin, llega a ser algo poco concluyente pues al menos en México no existen investigaciones que hablen sobre la capacidad de los alumnos para ser inclusivos, siendo la mayoría de estas que detectan al alumno como un ente sobre el cual se actúa y va a replicar lo que reciba, cuando como menciona Torres (2013), las creencias del alumno van a influir en el clima inclusivo que se encuentre en el aula, dicho de otra manera el alumno y las creencias que este posee se pueden convertir en generadoras de un entorno inclusivo.

Como ya se mencionó existen pocos estudios que hablan de alumno como agente para la generación de inclusión, pero esto es algo que resulta factible, pues es mediante el aprendizaje colaborativo que el alumno es capaz de generar un sentimiento de solidaridad, y el respeto proveniente de una labor en conjunta con sus compañeros de aula, con o sin NEE (Lucero, 2003), por lo cual es una gran oportunidad para generar un ambiente de aprendizaje que favorezca la inclusión de sus alumnos, sin embargo es necesario mencionar, que la investigación de Moliner (2008), se observa que los alumnos no fueron un punto de trabajo directo en la labor canadiense, pero aun así se vieron beneficiados por los docentes y padres, sin llegar a ser entes, más bien parece que fueron aprendices de los comportamientos que favorecían la inclusión que presentaban sus padres y profesores.

Si bien se ha hablado de manera individual de los actores de la inclusión educativa, esto fue para comprender a los mismos y su importancia en esta labor, pero existen posibles puntos de colaboración para lograr este propósito, si bien el docente colabora a diario con los estudiantes para este fin, por poner un ejemplo de esto, se puede mencionar el espacio que se comparte en el aula, en donde se busca que promover la convivencia entre los estudiantes lo cual se convierte en una oportunidad de mejoría pues los alumnos pueden sentirse participes de su entorno y este a su vez puede verse nutrido por las interacciones y la diversidad que los alumnos presentan, por lo tanto, el fomentar una convivencia en el aula se convierte en fundamental para una inclusión educativa (Parrilla 2003).

Dentro de las principales técnicas existentes para la colaboración en el aula, el aprendizaje colaborativo es la técnica pedagógica que puede resaltar, sin ser la única, ya que favorece el desarrollo e interacción de los estudiantes, permitiendo que estos aprendan y se enseñen entre ellos, pues les permite actuar sobre su propio proceso, conociendo sus capacidades, así como las de sus compañeros, lo que a su vez fomenta una responsabilidad y sentimiento de pertenencia. (Domingo, 2008), pero resulta innegable la realidad en donde nos encontramos, pues si bien estas son algunas de las estrategias que pudieran emplear, no es suficiente, con que uno de los tres actores sea quien cargue con la responsabilidad, retomando a Berruezo (2006) “la voluntad es importante, pero no es suficiente, hace falta conocimiento, formación y capacitación para desarrollar las estrategias que promuevan esta participación” por lo cual se deben de considerar no solo las actitudes y pensamientos del docente si no también se deben de considerar si cuentan con las herramientas que sean multidisciplinarias, que tomen en cuenta al individuo en cada uno de sus aspectos y que también permitan y brinden al docente de herramientas.

Sin dejar de lado la visión presentada por Figueroa (2017) en donde se enmarca que las estrategias de inclusión requieren de un cambio estructural, en el que el personal docente conozca estas técnicas, pues él será el fomentador de la inclusión educativa en su aula, así como los padres en el hogar.

Dicho de otra forma, el alumno al ser visto como ente, es alguien quien pierde iniciativa, pero, no solo se necesita voluntad, también conocimiento y estrategias es por lo cual que se debe de buscar un entorno completamente inclusivo, donde el alumno encuentre el concepto de inclusión en casa, y sea capaz de replicarlo en la escuela bajo la guía, supervisión y corrección del docente. Pero, esta idea parece ser utópica.

### **Comentarios finales**

Se puede concretar que los tres actores aquí presentados, tienen un gran impacto en la inclusión educativa, el cual puede ser favorable o más bien nulo, este documento al ser una revisión teoría no logra enmarcar el impacto que se tiene, pero, si nos da un preámbulo de lo que se espera encontrar, de un entorno ideal, donde dos de los actores sean fomentadores, los padres con sus creencias e impartiendo el conocimiento y el o la docente brindando

estrategias y apertura para la comunicación, con esto damos a entender que para que exista una inclusión educativa es necesario que sea vista como una necesidad, así como reconocerse como la oportunidad ideal para generar individuos que no atenten contra su comunidad.

Por lo cual se entiende que un entorno inclusivo requiere de la aceptación de la comunidad, y posiblemente una reestructuración de la manera en que se ve a la misma, dejar a la inclusión como trabajo adicional y observarla más bien como una oportunidad, para el crecimiento y desarrollo de los estudiantes, es decir ser capaces de respetar las diferencias, si bien esta idea en estos momentos parece ser lejana, se puede construir con el ejemplo de los padres y los decentes, brindando a las y los alumnos el conocimiento necesario para a través de ellos construir un entorno inclusivo.

### **Referencias bibliográficas**

- Berruezo, P. P. (2006). Educación Inclusiva en las escuelas canadienses: una mirada desde la perspectiva española. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (56), 179-208.
- Blanco, R. (1999). Hacia una escuela para todos y con todos. *Boletín del Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe*, 48, 55-72.
- Cabero Almenara, J., & Córdoba Pérez, M. (2009). Inclusión educativa: inclusión digital.
- Damm, X. (2008). Educación inclusiva ¿Mito o realidad? (Informe Final). Santiago, Chile: FONIDE, Ministerio de Educación.
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de trabajo social*, 21, 231-246
- Figuroa M A. X., Gutiérrez, C., & Velázquez, L. J. (2017). Estrategias de inclusión en contextos escolares. *Diversitas: perspectivas en psicología*, 13(1), 13-26.
- Gerg, B.C. (2006). Parent perspectives on the lives on their teenagers with disabilities, A focus on inclusion. Thesis of Master of Education. Faculty of Education. UPEI.
- Jordán, J. A. (2001) El profesorado ante la educación intercultural. En E. Castella, C. Pinto Isem, y J.A. Jordán Sierra, (coord.), *La Educación intercultural, una respuesta a tiempo* (pp.78- 100). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Lucero, M. M. (2003). Entre el trabajo colaborativo y el aprendizaje colaborativo. *Revista iberoamericana de Educación*, 33(1), 1-21.
- Moliner G. O. (2008). Condiciones, procesos y circunstancias que permiten avanzar hacia la inclusión educativa: retomando las aportaciones de la experiencia canadiense. REICE.
- Parrilla, A. (2003). La voz de la experiencia: la colaboración como estrategia de inclusión. En: *Aula de Innovación Educativa*, 121, pp. 43-4/8.
- Torres, N., Lissi, M. R., Grau, V., Salinas, M., & Silva, M. (2013). Inclusión educativa: componentes socio-afectivos y el rol de los docentes en su promoción. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, 7(2), 159-173.

### **Notas Bibliográficas**

. El Dr. en Ed. José Luis Gutiérrez Liñán. Es profesor de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango de la Universidad Autónoma del Estado de México. Su licenciatura es Ingeniero agrónomo en Producción, su Maestría en Fitomejoramiento y Doctor en educación. Su línea de Investigación es Educación Agrícola, es Profesor con reconocimiento Deseable ante la SEP, Líder del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable. Ha escrito 9 libros y más de 10 capítulos de libros, ha impartido diferentes ponencias en encuentros académicos a nivel nacional como internacional, asesor de proyectos de titulación

La Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro Gaona. Es profesora de tiempo completo en el Centro Universitario UAEM Zumpango. Su maestría es en Docencia y administración de la Educación Superior y Doctora en Educación. Su línea de Investigación es Educación, Integrante del Cuerpo Académico Gestión de la Educación e Investigación Sustentable, instructora de cursos a docentes de educación básica y educación Media Superior. Escritora de 3 Libros y 9 capítulos de libro, escritora de varias ponencias, asesora de proyectos productivos y de emprendedurismo. Es profesora con Reconocimiento Deseable ante la SEP.

C. Julio Armando Jiménez Rivera, egresado de la Licenciatura de psicología por la Universidad Autónoma del Estado de México, CU UAEM Zumpango, Integrante del proyecto de investigación con diversos cursos de atención psicológica. Capacitador y atención psicológica en la Unidad de medicina familiar No. 55.

Edith Enedina Tapia Casasola, egresada de la Licenciatura de psicología en la Universidad Autónoma del Estado de México, CU UAEM Zumpango, participante en tres proyectos de investigación, participante en diversos congresos, movilidad internacional en Argentina.

## Análisis de la Distribución Espacial de Contaminantes Tóxicos Inorgánicos en el Acuífero Valle del Guadiana

Ing. Eliud Abraham Gutiérrez Rodríguez<sup>1</sup>, Dra. María Teresa Alarcón Herrera<sup>3</sup>, Dr. Jaime Cristóbal Rojas Montes<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Armando de la Peña Arellano<sup>2</sup>, M.I. María Dolores Josefina Rodríguez Rosales<sup>2</sup>, Dr. Diego Armando  
Martínez Cruz<sup>3</sup>, Dr. Félix Alonso Alcázar Medina<sup>2</sup>

**Resumen** – Se recopilaron datos de la calidad del agua (periodo 2017 – 2020), de pozos a monitoreados por los Organismos; Aguas del Municipio de Durango y CONAGUA, así como, datos vectoriales de muestras de sedimentos de arroyos del Servicio Geológico Mexicano. Los datos obtenidos registran al As y F como los únicos elementos en concentraciones por encima de la NOM-127-SSA1-1994. Se realizó un análisis geoestadístico, identificando las siguientes correlaciones significativas por el método de Pearson; As en agua subterránea con As en sedimentos de arroyos, y F con As en agua subterránea. Con el método de interpolación co-Kriging y con base en las correlaciones, se generaron modelos de la distribución espacial de As y F. Se aplicó el Índice de Calidad de las Aguas del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente bajo los límites de la NOM-127-SSA1-1994 y de las recomendaciones de la OMS, identificando un pozo en el rango del índice «marginal» de 101 analizados. Se concluye que, con base en las correlaciones, se propone la teoría de que es posible encontrar niveles de As y/o F por encima de la normatividad para agua de consumo humano, desde la perforación de pozos someros.

**Palabras clave;** distribución espacial, co-Kriging, índice de la calidad del agua, Índice de Calidad de las Aguas del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente.

### Introducción

El acuífero Valle del Guadiana se localiza en el municipio de Durango, en el Estado de Durango, cuenta con una superficie aproximada 4,817 km<sup>2</sup>, un área del 14% se encuentra vedada desde 1956. La geología dominante del acuífero se encuentran rocas riolíticas y basálticas, así como un área aluvial, la cual es la que se encuentra bajo decreto de veda. El tipo de clima que se tiene en la región es del tipo semiárido y las aguas subterráneas del acuífero representan la principal fuente de agua permanente para más de 600 mil habitantes (INEGI, 2020), incluyendo la capital del Estado, la ciudad Victoria de Durango. El Registro Público de los Derechos del Agua, hasta el año 2020, registra un total de 1,267 aprovechamientos subterráneos en el acuífero (REPGA, 2020).

En las aguas subterráneas del acuífero se ha registrado la presencia de contaminantes tóxicos inorgánicos en concentraciones por encima de la normatividad para consumo humano, principalmente arsénico (As) y flúor (F), (Alarcón, *et al.*, 2001; Alarcón, *et al.*, (2020), Barrientos, (2017), Chávez, (2010); Martínez, *et al.*, (2013), Martínez, *et al.*, (2018), Pérez, *et al.*, (2002), CONAGUA (2020)), por lo que es importante mantener monitoreado su distribución.

También, en el Diario Oficial de la Federación y en la Carta Geoquímica del Servicio Geológico Mexicano, se registran concentraciones de As en sedimentos activos de arroyos (DOF, 2010 y SGM, 2015).

Mediante la recopilación de datos de la calidad del agua, del periodo 2017 – 2020, de 99 pozos a cargo del Organismo Descentralizado Aguas del Municipio de Durango y de 18 pozos monitoreados por CONAGUA, a través de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, así como, datos vectoriales de 103 muestras de sedimentos de arroyos de la Carta Geoquímica del Servicio Geológico Mexicano (SGM). De los datos de la calidad del agua obtenidos se registra solo As y F como los únicos contaminantes que exceden los límites máximos permisibles de la NOM-127-SSA1-1994. El presente estudio realizó un análisis geoestadístico de la correlación entre As y F en agua con variables piezométricas (profundidad, nivel estático del agua y consumo de agua), así como un análisis de la correlación del As en agua subterránea con As en sedimentos de arroyos, y F con As en agua subterránea.

En base a las correlaciones se generaron modelos de interpolación por el método co-kriging. Los modelos se validaron por el método entrenamiento de modelos separando el 10% de los datos. Con los registros de AMD y CONAGUA se realizó un cálculo del índice de la calidad del agua, bajo los estándares de la NOM-127-SSA1-1994 y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud, con el método; Índice de Calidad de las Aguas del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente, utilizando registros del periodo 2017 – 2020 y las variables; pH, As, F, Fe, Mn, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, dureza (CaCO<sub>3</sub>) y SDT.

<sup>1</sup>TecNM/I.T. Durango, UPIDET. Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva Vizcaya Durango, Dgo. C.P. 34080, México.

<sup>2</sup>Cátedras CONACYT- TecNM/I.T. Durango, Blvd. Felipe Pescador 1830 Ote. Col. Nueva Vizcaya Durango, Dgo. C.P. 34080, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. CIMAV Unidad Durango, Calle CIMAV 110, Ejido Arroyo Seco Col. 15 de mayo (Tapias) Durango, Dgo. C.P. 34147, México.

### Descripción del método

#### Obtención de datos

Base de datos de la calidad del agua de 18 pozos monitoreados en el periodo 2017 -2020 por CONAGUA (2021), a través de la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua. Con registros de 18 variables fisicoquímicas, temperatura, pH, potencial redox, As, F, SDT, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, Mn, dureza como CaCO<sub>3</sub>. Ca, Mg, Cd, Cr, Mg y Pb.

Base de datos de la calidad del agua y piezometría de 99 pozos de abastecimiento público del Organismo Descentralizado Aguas del Municipio de Durango (AMD) del periodo 2017 - 2020. Con registro de 10 variables fisicoquímicas; pH, As, F, SDT, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl, Fe, Mn y dureza como CaCO<sub>3</sub>.

Datos vectoriales de 103 muestras de sedimentos de arroyos de la carta Geoquímica de la República Mexicana escala 1:250,000 del SGM (2015).

#### Análisis geoestadístico

- Regresión lineal en 99 pozos de AMD entre el As y F con las variables piezométricas; profundidad, nivel estático y consumo.
- Error medio en las concentraciones de As y F en tres pozos monitoreados por AMD y CONAGUA.
- Correlación de Pearson en 117 pozos de AMD y CONAGUA entre el As y el F en el agua subterránea.
- Correlación de Pearson en 103 pozos de AMD y CONAGUA entre el As en agua subterránea y el As en sedimentos de arroyos registrados en la carta geoquímica.

#### Modelamiento de la distribución espacial del As y F

Debido a que el As y F son los únicos contaminantes que se registran en los datos obtenidos, se generaron modelos de interpolación de estos elementos con los datos del año 2020, por el método co-Kriging y con base en las correlaciones. La representación cartográfica se realizó de acuerdo con los límites establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 y bajo el siguiente sistema de proyección de coordenadas: WGS 1984, UTM Zona 13, hemisferio norte (x, y, z). La validación de los modelos se realizó por el método entrenamientos de modelos con el 10% de los datos.

#### Índice de la calidad del agua

El índice de calidad del agua (ICA), se define como la expresión numérica que proporciona el efecto de cada uno de los parámetros de calidad del agua en la calidad general del agua según su uso, permitiendo la cuantificación de la calidad del agua “buena” y “mala” (Varol S., *et al.*, 2021 y Dao V., *et al.*, 2020).

Con la finalidad de conocer el impacto de las concentraciones del As y F con otras variables de la calidad el agua, se aplicó el Índice de Calidad de las Aguas del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI, por sus siglas en inglés), con datos del periodo 2017 – 2020, las variables; pH, As, F-, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, SDT, Cl, dureza (CaCO<sub>3</sub>), Fe y Mn, bajo los límites máximos permisibles de la normatividad mexicana vigente (NOM-127-SSA1-1994) y bajo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). También se identificaron localidades con las concentraciones más elevadas de As y F.

El CCME WQI mide el alcance, la frecuencia y la amplitud de los excesos en la calidad del agua y luego combina las tres medidas en una sola puntuación (Canadian Council of Environment Ministers, 2017). El cálculo produce una puntuación entre 0 y 100, entre mayor sea la puntuación mejor será la calidad del agua. Los puntajes se clasifican en una de las cinco categorías que se describen a continuación:

- Excelente (valor ICA 95-100) – La calidad del agua está protegida con una virtual ausencia de deterioro; las condiciones están muy cerca de los niveles prístinos. Estos valores de índice solo se pueden obtener si todas las mediciones cumplen con las pautas recomendadas prácticamente todo el tiempo.
- Muy buena (valor ICA 89-94) – La calidad del agua está protegida con una ligera presencia de deterioro; las condiciones están cerca de los niveles prístinos.
- Buena (valor ICA 80-88) – La calidad del agua está protegida con solo un grado menor de deterioro; las condiciones rara vez se apartan de los niveles deseables.
- Regular (valor ICA 65-79) – La calidad del agua generalmente está protegida pero ocasionalmente se ve afectada; las condiciones a veces se apartan de los niveles deseables.
- Marginal (valor ICA 45-64) – La calidad del agua se deteriora con frecuencia; las condiciones a menudo se apartan de los niveles deseables.

- Pobre (valor ICA 0-44) – La calidad del agua siempre está deteriorada; generalmente las condiciones se apartan de los niveles deseables.

Las ecuaciones para el cálculo del CCME-WQI se describen a continuación (Van Dao, *et al.*, 2020):

Alcance ( $F1$ ): representa el porcentaje de variables que no cumplen los objetivos. Se obtiene del número de variables cuyos objetivos no se cumplen (variables fuera de rango), respecto al número total de variables medidas:

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\text{Total de variables}} * 100 \quad (\text{ecuación 1})$$

Frecuencia ( $F2$ ): representa el porcentaje de pruebas individuales que no cumplen los objetivos. Se obtiene por la frecuencia con la que no se cumplen los objetivos (datos fuera de rango).

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rango}}{\text{Total de datos}} * 100 \quad (\text{ecuación 2})$$

Amplitud ( $F3$ ): representa la cantidad por la cual los valores de prueba fallidos no cumplen con sus objetivos. Se calcula en tres pasos:

- a. Cálculo de la excursión. La excursión es el número de veces que una concentración individual es mayor (o menor, cuando el objetivo es un mínimo) que el objetivo. Cuando el valor de la prueba excede el objetivo:

$$\text{excursion} = \left( \frac{\text{valor excedido}}{\text{objetivo}} \right) - 1 \quad (\text{ecuación 3})$$

Cuando el valor no excede el objetivo:

$$\text{excursion} = \left( \frac{\text{objetivo}}{\text{valor}} \right) - 1 \quad (\text{ecuación 4})$$

- b. Cálculo de la suma normalizada de excursiones ( $nse$ ). Es la cantidad colectiva por la cual las pruebas individuales están fuera de cumplimiento. Se calcula sumando las desviaciones de las pruebas individuales de sus objetivos y dividiendo por el número total de pruebas (tanto las que cumplen los objetivos como las que no los cumplen).

$$nse = \left( \frac{\sum_{i=1}^n \text{excursion}}{\# \text{ total de datos}} \right) \quad (\text{ecuación 5})$$

- c. Cálculo de  $F3$ . Se calcula escalando  $nse$  mediante una función asintótica para producir un rango de 0 a 100.

$$F3 = \left( \frac{nse}{0.01(nse)+0.01} \right) \quad (\text{ecuación 6})$$

Una vez obtenidos los factores ( $F1, F2, F3$ ) el ICA se calcula:

$$CCEM WQI = 100 - \left( \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732} \right) \quad (\text{ecuación 7})$$

La constante 1.732 es un factor de escala ( $\sqrt{3}$ ) para garantizar que el índice varíe entre 0 y 100.

Se elaboró la cartografía del CCEM-WQI, identificando el índice en cada pozo y las localidades con las concentraciones más elevadas, así como, su población con el censo de población y vivienda 2020 del INEGI (2020).

## Comentarios finales

### Resultados del análisis geoestadístico

- Correlación de As y F con variables piezométricas no significativa:  $R^2 = 0.076$  y  $0.043$ , respectivamente.
- Error medio en las concentraciones de As y F en tres pozos monitoreados por AMD y CONAGUA:  $0.0012$  y  $0.31$ , respectivamente.
- Correlación del As en agua subterránea con el As en sedimentos de arroyos:  $N=103$ ,  $r = 0.199$ ,  $p = 0.044$ .
- Correlación del F con el As en el agua subterránea:  $N = 117$ ,  $r = 0.84$ ,  $p = 0.000$ .

### Modelos de la distribución espacial del As y F

Los modelos abarcan una superficie de  $832.49 \text{ km}^2$ , cubriendo la ciudad de Durango y la mayor parte de la zona bajo veda. Generaron errores medios de  $0.0034$  y  $0.005$ , respectivamente. Los rangos de concentraciones de As son de  $0.001 - 0.28 \text{ mg/L}$  (figura 1) y de F de  $0.2 - 25.73 \text{ mg/L}$  (figura 2), las concentraciones más elevadas de ambos contaminantes se tienen en localidades al noreste de la ciudad de Durango. En la ciudad se registran rangos de As de  $0.015$  a  $0.030 \text{ mg/L}$ , el 75% de los pozos se encuentra dentro de la NOM-127-SSA1-1994 ( $0.25 \text{ mg/L}$ ), sin embargo, todos los pozos exceden las recomendaciones de la OMS (2008) de  $0.01 \text{ mg/L}$ . Los rangos de F en la ciudad son de  $2.5 - 6 \text{ mg/L}$ , el límite mexicano es de  $1.5 \text{ mg/L}$  y la OMS recomienda niveles de  $1 \text{ mg/L}$ .

Mediante la sobreposición de capas se observan en el área de los modelos y alrededores los rangos de concentración de As en sedimentos de arroyos, identificando rangos desde  $2.17 \text{ ppm}$  hasta  $25 \text{ ppm}$ , las concentraciones más elevadas se encuentran en el norte del acuífero con  $39.63 \text{ ppm}$ .



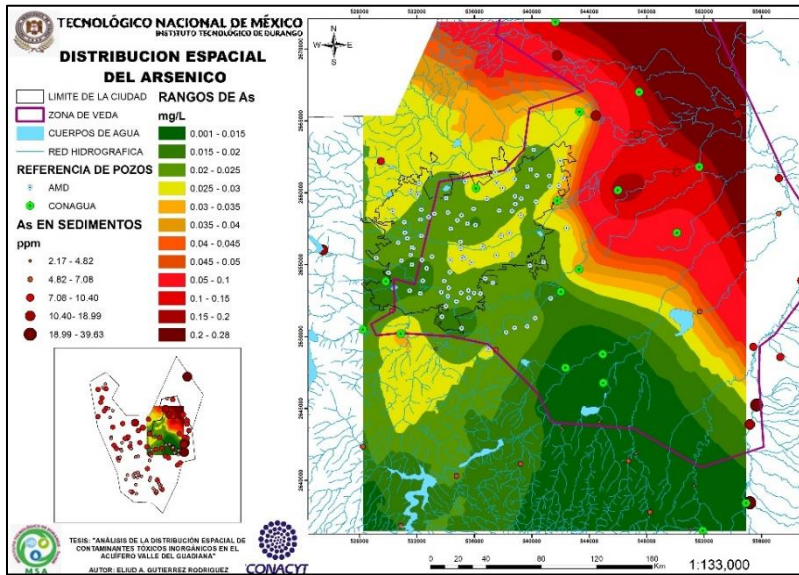


Figura 1. Modelo de la distribución espacial del arsénico.

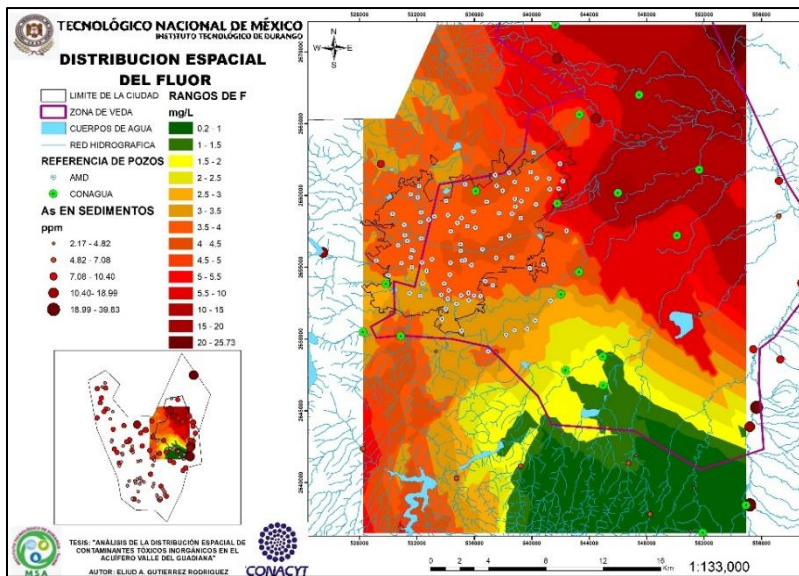


Figura 2. Modelo de la distribución espacial del flúor.

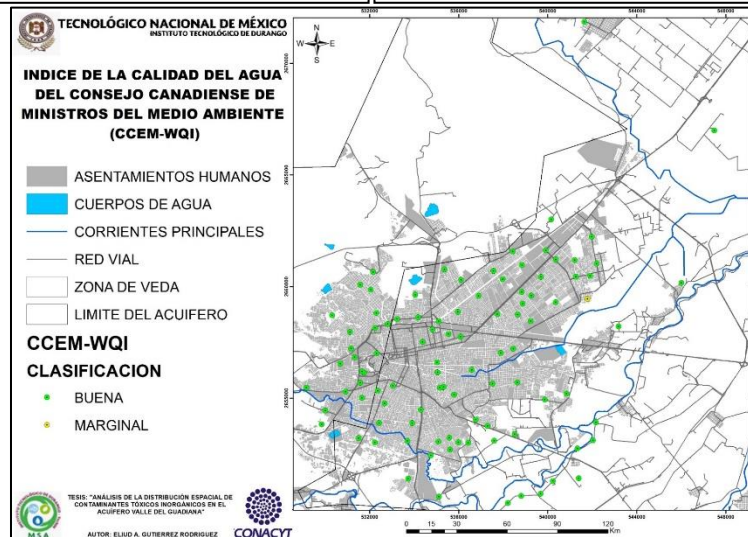
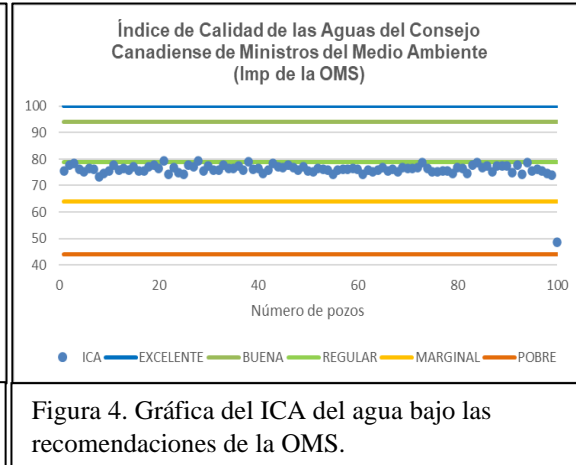
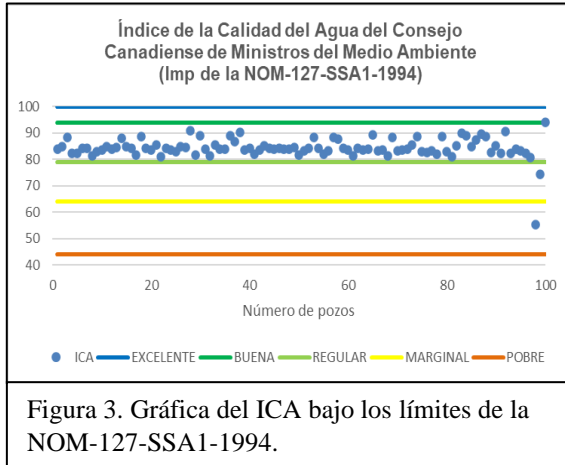
### Índice de la calidad del agua (ICA)

El ICA se determinó para un total de 101 pozos en el periodo 2017 – 2020; de los cuales, 97 son de AMD y 4 de CONAGUA, para las 10 variables se obtuvieron 5,018 registros en los pozos de AMD y 340 en pozos de CONAGUA. La tabla 1, muestra las localidades con las concentraciones más elevadas de As y F- y la clasificación del ICA (donde S/d; sin datos). La figura 3, muestra el ICA según la normatividad mexicana, donde la mayoría de los pozos se encuentra en el rango de “buena” (calidad del agua con solo un grado menor de amenaza o deterioro). La figura 4, muestra el ICA según las recomendaciones de la OMS y se observa que el 99% de los pozos se encuentra en el rango “regular” (la calidad del agua ocasionalmente se ve amenazada o deteriorada). En ambas figuras solo se muestra un pozo que se encuentra en el rango “marginal”.

Los niveles más elevados de As y F se localizan en dos localidades; Lázaro Cárdenas y Colonia Hidalgo. Martínez, *et al.*, (2013), registraron concentraciones muy elevadas de As y F- en los mismos poblados; en Lázaro Cárdenas 0.103 mg/L de As y 12.3 mg/L de F-, y en el poblado Colonia Hidalgo 0.140 mg/L y 17.2 mg/L, respectivamente.

Localidad	Latitud	Longitud	Población total (2020)	As mg/L	F <sup>-</sup> mg/L	ICA
Colonia Hidalgo	24.1592339	-104.5846208	2230	0.202	12.00	S/d
General Lázaro Cárdenas	24.1151556	-104.5333172	47	0.196	13.50	S/d
Navocoyán	24.0491360	-104.5496270	725	0.284	25.73	Marginal
Francisco Villa Viejo	24.0674917	-104.4923403	182	0.128	7.23	S/d
Belisario Domínguez	24.0266520	-104.5100080	461	0.069	5.45	S/d

**Tabla 1.** Localidades con las concentraciones más elevadas de As y F.



### Conclusiones

El análisis de regresión muestra que las variables piezométricas (consumo, nivel estático y profundidad) no tienen efectos significativos en los niveles de As y F- en 99 pozos de la ciudad de Durango.

El As en agua subterránea se correlaciona con el As en sedimentos de arroyo. El F y el As en el agua subterránea se correlacionan. Con base en estas correlaciones se propone la teoría de que es posible encontrar niveles de As y F por encima de la normatividad para agua de consumo desde la perforación de pozos someros, es decir, aquellos con profundidad de 50m, siendo en la zona noreste de la ciudad de Durango las zonas de mayor riesgo debido a la presencia de concentraciones elevadas de As y F en el agua subterránea y de As en los sedimentos de arroyos.

El ICA muestra que la mayoría de los pozos tienen buena calidad bajo los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-1994, indicando un bajo impacto de las concentraciones de As y F en la calidad del agua general de los pozos, sin embargo, las concentraciones registradas de estos contaminantes se consideran de riesgo principalmente ante la población más vulnerable, los niños.

### Referencias bibliográficas

- Alarcón H. M. T., Flores M. I., Romero N. P., Martín D. I. R., y Trejo V. R. (2001). Contenido de arsénico en el agua potable del Valle del Guadiana, México. *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. XVI, No. 4, pp 63-70.
- Alarcón H. M. T., Martín A. D. A., Gutiérrez M., Reynoso C. L., Martín D. A., Olmo M. M. A., Bundschuh J. (2020). Co-occurrence, possible origin, and health-risk assessment of arsenic and fluoride in drinking water sources in Mexico: Geographical data visualization. *Science of the Total Environment* No. 698, 8 pág.
- Barrientos M. O. A. (2017). Evaluación del impacto de la PTAR Oriente sobre el humedal del Málaga. Instituto Tecnológico de Durango y Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Tesis de licenciatura de Ingeniería Química. 87 pág.
- Canadian Council of Environment Ministers. (2017). CCME water quality index user's manual 2017 update. *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. 23 pág. Recuperado de: <https://ccme.ca/en/res/wqimanualen.pdf>
- Chávez S. M. J. (2010). Evaluación del riesgo por la presencia de contaminantes en agua destinada al uso y consumo humano del acuífero del Valle del Guadiana. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional, Unidad Durango. Tesis de Maestría. 110 pág.
- Comisión Nacional del Agua. (2021). Calidad del agua en México. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.google.com/search?q=calidad+del+agua+2012+-+2020+conagua&oq=cal&aqs=chrome.69i59j69i57j69i60i4.1138j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Dao V., Wilhelm U. & Subhendu B. H. (2020). Introducing the modification of Canadian Water Quality Index. *Groundwater for Sustainable Development*. 11, 6 pág.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos del acuífero 1003 Valle del Guadiana, en el Estado de Durango.
- INEGI. (2020). Censo de población y vivienda 2020. Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Martínez C., D. A.; Alarcón H., M. T., Reynoso C., L. y Torres C., L.A. (2020). Variación espaciotemporal de arsénico y flúor en el agua subterránea de la ciudad de Durango, México. *Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMA-V). Tecnologías y Ciencias del Agua*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 23 pág.
- Martínez P. M. A., Pérez L. M. E., Villanueva F. I., y González N. C. C. (2013). Behavior of Arsenic and Fluoride Concentration in Guadiana Valley Aquifer of Durango, Mexico. *Journal of Environmental Protection*, 4, pp 14-20.
- NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. Norma Oficial Mexicana. Diario Oficial de la Federación.
- Organización Mundial de la Salud. (2008). Guías para la calidad del agua potable. Ginebra, Suiza. 3, 1, 394 pág.
- Pérez L. M. E., Vicencio de la R. M. G., Alarcón H. M. T. y Vaca M. M. (2002). Influencia del basurero municipal en la calidad del agua del acuífero de la ciudad de Durango, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 18, 3, pp 111-116.
- REPDA. (2020). Consulta a la base de datos del REPDA: aprovechamientos subterráneos. Gobierno de México. Recuperado de: <https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>
- Servicio Geológico Mexicano. (2015). Carta geoquímica de la República Mexicana 1:250,000. Recuperado de: <https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/>
- Varol S., Sener S., & Sener E. (2021). Assessment of groundwater quality and human health risk related to arsenic using index methods and GIS: A case of Suhut Plain (Afyonkarahisar/ Turkey). *Environmental Research*. 202, 11 pág.

# Síntesis y Aplicación de Hidróxidos Dobles Laminares (LDH-Mg-Al) en la Retención de Tetraciclinas mediante Extracción en Fase Sólida Magnética y Electroforesis Capilar

Hernández González Hernán<sup>1</sup> Dr. Alfredo Guevara Lara<sup>2</sup>, Dra. María Elena Páez<sup>3</sup>, Dra. Irma Silva Pérez<sup>4</sup>, Dra. Gabriela Islas Guerrero<sup>5</sup>, Dr. Israel Samuel Ibarra Ortega<sup>6</sup>

**Resumen**— En el siguiente trabajo se presenta la síntesis, caracterización y aplicación de partículas  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$  en la retención de tetraciclinas para su posterior análisis mediante electroforesis capilar (CE). La síntesis y caracterización de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$  y  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$  se realizó mediante la evaluación de sus bandas de absorción. Mediante las condiciones de separación por CE: capilar de sílice fundida (41.7 cm x75  $\mu\text{m}$ ), inyección hidrodinámica (0.5 psi, 5s), pH=12, 14 kV, detección a  $\lambda=360\text{nm}$ . Los límites de detección fueron 2.38, 1.95, 1.78 y 2.07  $\text{mgL}^{-1}$  para tetraciclina, clortetraciclina, oxitetraciclina y doxitetraciclina, respectivamente. La retención de tetraciclinas se evaluó conforme el tiempo de síntesis del adsorbente (30.0 min-90.0 min) y la composición del adsorbente a distintas proporciones molares (1.0:1.0:1.0-1.0:1.0:4.0) ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ ), con % de retención de hasta 85.28% con un tiempo de síntesis de 90.0 min y una proporción 1.0:1.0:1.0 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ ).

Palabras clave: Tetraciclinas, Electroforesis Capilar, Partículas Magnéticas, Hidróxidos Dobles Laminares (LDH).

## Introducción

Los antibióticos constituyen una familia de sustancias con comportamiento farmacocinético y farmacodinámico, de acción específica a las estructuras o funciones del microorganismo. Al ser ingeridos estos compuestos pueden no ser expulsados del organismo. Ejemplo de ello, sulfamidas, quinolonas, y penicilinas han sido fármacos ampliamente utilizados tanto en medicina humana como en medicina veterinaria por lo que residuos de estos compuestos son encontrados en pescado, huevo, pollo o miel, dichas concentraciones pueden almacenarse en el organismo generando problemas en la salud. Por otro lado, compuestos como las tetraciclinas forman parte de una familia de productos naturales y sintéticos con actividades antimicrobianas, aunque suelen ser utilizadas principalmente como promotores del crecimiento en animales (industria ganadera). El uso excesivo de estos ocasiona que residuos de los mismos pasen a la cadena eutrófica encontrándose así en el organismo humano, provocando múltiples afecciones en la salud humana [1]; insuficiencia renal, toxicidad hepática (en dosis altas), ataxia, vértigo (por la minociclina) y malestares gastrointestinales (vómito, diarrea, náuseas), entre otras. Es por ello que la FDA en Estados Unidos de América [2] y la Comisión Europea en la Unión Europea [3] han establecido niveles máximos de concentración que se pueden encontrar en alimentos de origen animal.

Es por ello, que se han desarrollado metodologías en su determinación, como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), detección ultravioleta (UV), espectrometría de masas (MS), voltametría, electroforesis capilar (CE), que conforme la naturaleza de la muestra suelen ser acopladas a métodos de extracción como extracción líquido-líquido (LLE), extracción en fase sólida (SPE) y extracción en fase sólida magnética (MSPE). Adsorbentes como: polímeros molecularmente impresos (MIPs), adsorbentes funcionalizados con sílice, magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), materiales carbonosos, entre otros han sido empleados satisfactoriamente. Los materiales magnéticos resultan ser atractivos para poder aislar los analitos de interés de la matriz analítica de una manera rápida y eficiente. En años recientes partículas denominadas

<sup>1</sup> Hernández González Hernán<sup>1</sup>, es estudiante de Maestría en Química en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dr. Alfredo Guevara Lara<sup>2</sup>, es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dra. María Elena Páez<sup>3</sup>, es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dra. Irma Silva Pérez<sup>4</sup>, es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dr. Israel Samuel Ibarra Ortega<sup>6</sup> es profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Dra. Gabriela Islas Guerrero<sup>5</sup> es profesor en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero

hidróxidos de doble capa laminar (LDH) han sido de interés en las técnicas analíticas siendo usados como adsorbentes debido a su gran capacidad de retención, facilidad de síntesis y elevada estabilidad.

Los LDH son materiales de conformación laminar (capas) formados a partir de precursores metálicos (cationes II y III), y un compuesto aniónico (intercapa), sintetizados en medio básico. Por lo que conforme su estructura tridimensional es posible mantener sus propiedades, proporcionando elevada estabilidad e interacciones específicas a una gran variedad de analitos.

El presente trabajo plantea la síntesis, caracterización y aplicación de partículas magnéticas constituidas por  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  recubiertas con sílice obtenidas mediante precipitación vía sol-gel acopladas a un sistema LDH ( $\text{Al-Mg-CO}_3$ ) denominadas como  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$  en la retención selectiva de tetraciclinas en soluciones estándar mediante extracción en fase sólida magnética y electroforesis capilar.

### Objetivo general.

Diseñar, sintetizar y caracterizar partículas  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$  en la retención selectiva de tetraciclinas mediante MSPE y CE.

### Descripción del método

#### Reactivos

Las soluciones estándar fueron preparadas en agua desionizada con una resistividad no menor a  $18.2 \Omega$ . El fosfato de sodio fue obtenido de Sigma (St. Louis, MO, USA). El hidróxido de sodio y la sal disódica de EDTA fue proveída por J.T. Baker, el metanol por Mallinck-rodt Baker y el 2-propanol se obtuvo de Fluka. La tetraciclina hidroclicorada (TC) (95%), clortetraciclina hidroclicorada (CT) (95%), oxitetraciclina (OT) (95%), doxiciclina (DT) (98%) y ácido pícrico (EI) (98%), utilizado como estándar interno, fueron proveídos por Sigma. La solución electrolito está conformado por 30 mM de fosfato de sodio, 2mM EDTA y 2-propanol al 2% ajustado a un  $\text{pH}=12$ .

#### Condiciones de separación

Electroforesis capilar: longitud de onda (360 nm), temperatura ( $25^\circ \text{C}$ ), inyección hidrodinámica (0.5 psi, 5 s), voltaje de separación (14kV). La activación del capilar se realiza mediante los siguientes pasos: NaOH 1.0 M por 15 min, NaOH 0.1 por 10 min, agua desionizada por 10 min y por último con la solución electrolito por 10 min. Entre cada análisis, se realizan lavados del capilar utilizando NaOH 1.0 M por 2 min, NaOH 0.1 M por 1 min, agua desionizada por 1 min y por último solución electrolito por 2 min [4].

#### Síntesis del adsorbente recubierto con SiO- y LDH

1. La síntesis de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) se realizó a partir de la oxidación de una solución de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{pH}=10$ , a una temperatura de  $80^\circ \text{C}$  durante una hora.
2. Obtenida la magnetita se recubre con sílice utilizando la metodología sol-gel, utilizando una solución (metanol 12.5 %, Triton X-100 2%, CTAB 0.02 %) empleando tetrametil orto-silicato (TMOS) como precursor y 1 mL de  $\text{NH}_4^+$  como iniciador.
3. La magnetita con sílice ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$ ), es acoplada con partículas LDH. Para ello se dispersan las partículas  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$  en solución acuosa, ajustado a un  $\text{pH}$  de 10 y se añaden los precursores de los metales de interés ( $\text{Al}^{3+}\text{-Mg}^{2+}$ ), con 1 mmol de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . La mezcla se mantiene en dispersión a una temperatura de  $80^\circ \text{C}$ . Finalmente, el sólido obtenido se recuperó mediante la aplicación de un campo magnético externo, secado a  $60^\circ$  durante 12 h.

#### Tratamiento de la muestra

El proceso de extracción en fase sólida magnética consta de los siguientes pasos:

1. Adición de las partículas magnéticas (previamente activadas con metanol) a un tubo de polipropileno que contenga al analito en cuestión (Figura 1.1).
2. Dispersión de la muestra problema y el adsorbente (partículas magnéticas) (Figura 1.2)
3. Separación de las partículas magnéticas del resto de la solución (sobrenadante) mediante la aplicación de un campo magnético externo (Figura 1.3).
4. Análisis mediante electroforesis capilar del paso 3.

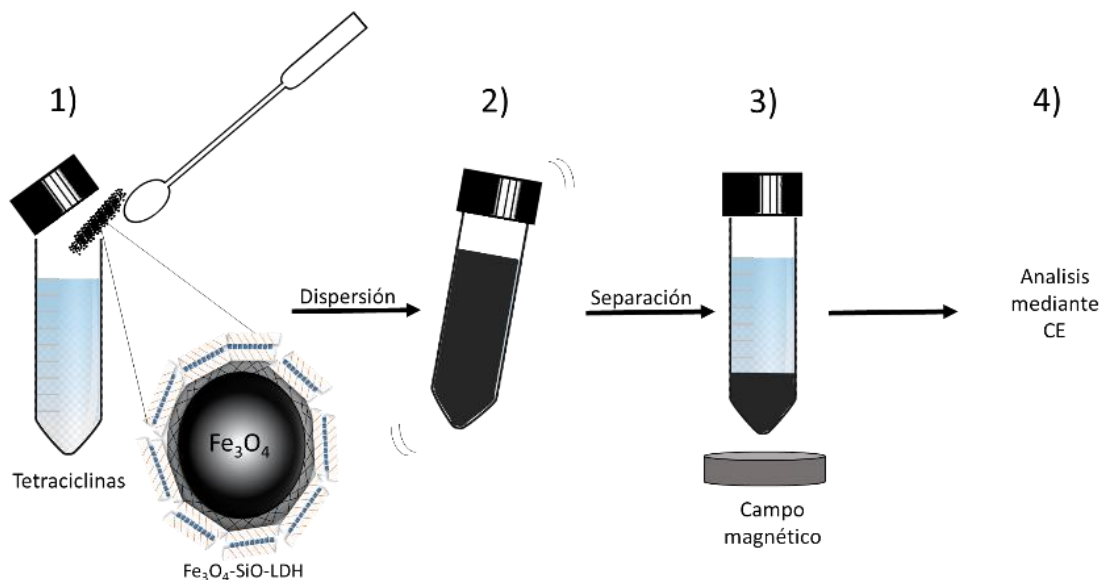


Figura 1. Esquema del proceso de extracción en fase sólida magnética.

## Resultados

### Parámetros analíticos CE

Los parámetros analíticos se evaluaron en un intervalo lineal de 0.0 a 20 mgL<sup>-1</sup>. Mediante las alturas de las señales analíticas realizó la construcción de la curva de calibrado observándose una dependencia lineal entre la altura de las señales y la concentración de cada tetraciclina. Los límites de detección (LODs) de CE-UV se evaluaron conforme a la relación señal/ruido S/N=3.29 (criterios de la IUPAC, CURRIE, L. A. 1997)

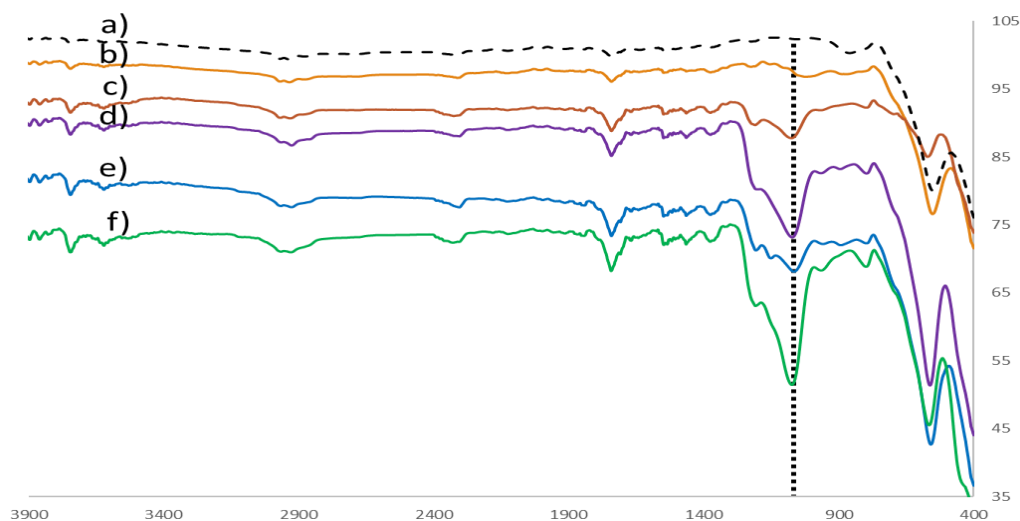
**Tabla 1.** Parámetros de regresión de la curva de calibrado

Analito	Parámetros de regresión				
	Pendiente	Ordenada	Coefficiente de correlación	Limites de detección (mg L <sup>-1</sup> )	Limites de cuantificación (mg L <sup>-1</sup> )
TC	0.0551±0.0022	0.0504±0.0248	0.9921	2.38	7.14
CT	0.03941±0.0013	0.0088±0.0146	0.9946	1.95	5.87
DT	0.1018±0.0040	0.0468±0.0366	0.9937	1.78	5.35
OT	0.2472±0.0113	-0.0148±0.1034	0.9915	2.07	6.21
<b>Repetitividad (%RSD)</b>			<b>Reproducibilidad (%RSD)</b>		
<b>10 mg L<sup>-1</sup></b>		<b>30 mg L<sup>-1</sup></b>	<b>10 mg L<sup>-1</sup></b>		<b>30 mg L<sup>-1</sup></b>

<b>TC</b>	9.81	6.20	7.58	5.18
<b>CT</b>	8.37	5.06	8.71	6.12
<b>DT</b>	7.58	3.98	5.38	3.59
<b>OT</b>	6.14	5.54	5.31	2.29

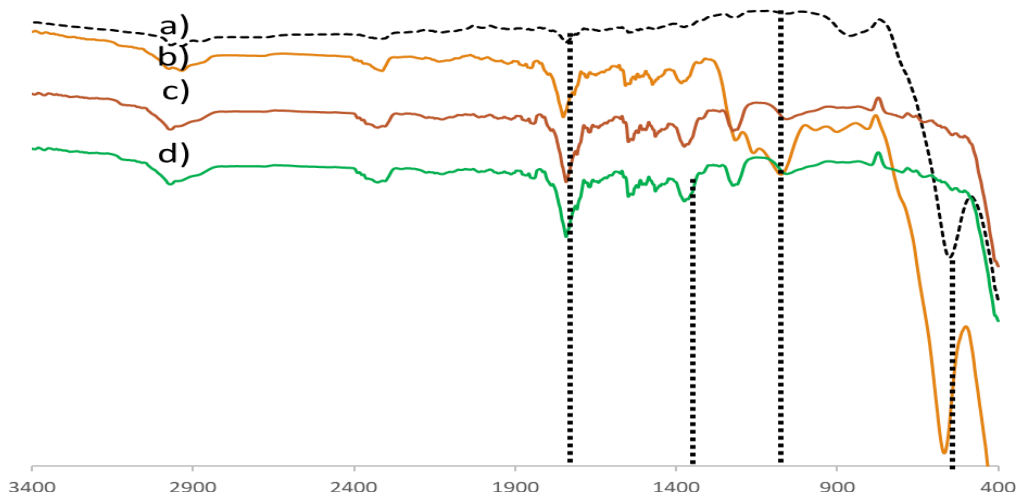
### Caracterización del adsorbente mediante FT-IR

El proceso de síntesis se evaluó mediante la composición del adsorbente ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ ) en sus tres diferentes etapas: la primera etapa contempló la síntesis de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Figura 2a)), observando la banda más representativa correspondiente al enlace Fe-O a  $\sim 560\text{ cm}^{-1}$ . En una segunda etapa se evaluó el tiempo de reacción en el recubrimiento de la magnetita, para ello se prepararon cinco sólidos a 4, 6, 8, 16 y 24 h. Los espectros muestran el crecimiento de la banda de absorción del enlace Si-O-Si ( $1098\text{ cm}^{-1}$ ) conforme aumenta el tiempo de síntesis, sin apreciar un cambio considerable a partir de 8 hrs de reacción, con un adecuado rendimiento en un menor tiempo de síntesis, por lo cual es seleccionada en los subsecuentes experimentos.



**Figura 2.** Espectros infrarrojos de los sólidos: a)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$  a b)4, c)6, d)8, e)16 y f)24 h.

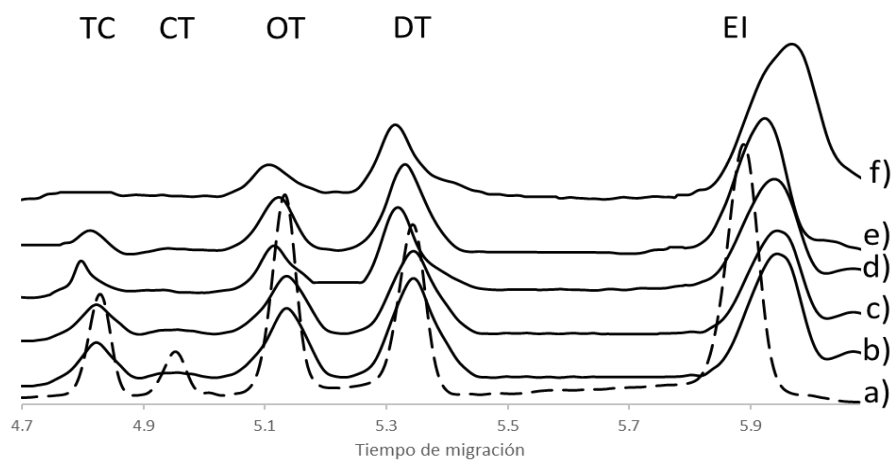
Finalmente se evalúa el recubrimiento de  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$  con partículas LDH en una relación 1:1, conforme el esquema de síntesis, se sintetizaron sólidos individuales correspondientes a  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$ , y LDH un cuarto sólido ( $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ ), permitiendo llevar a cabo una comparación entre estos y así garantizar el completo recubrimiento de la partícula con LDH y así mismo permitir su interacción propia con cada una de las TCs. La figura 3, muestra el espectro de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (Figura 3 a)), donde se puede apreciar la banda de absorción representativa del enlace Fe-O a  $\sim 560\text{ cm}^{-1}$ , mismo que permanece constante en la caracterización del sólido  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$ , así mismo en el espectro de este último se puede apreciar otra banda de absorción importante, a  $1098\text{ cm}^{-1}$ , correspondiente al enlace Si-O-Si. Por otra parte, cuando se sintetizó el sólido LDH a partir de solo sus precursores ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ ) son visibles dos bandas de absorción a  $1350\text{ cm}^{-1}$  correspondiente a las interacciones de la intercapa  $\text{CO}_3^{2-}$  y a  $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$  que se le atribuye al agua presente en la intercapa del LDH. Por último, para el espectro del adsorbente  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ . Siguen siendo visibles las bandas de absorción del sólido LDH, sin presentar las bandas de absorción características de la magnetita (Fe-O) y de los grupos (Si-O-Si).



**Figura 3** Espectros infrarrojos de a)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , b)  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}$ , c) LDH y d)  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$

#### *Evaluación del tiempo de síntesis del LDH en la retención de tetraciclinas*

El efecto del tiempo de síntesis (LDH) sobre la retención de las tetraciclinas se evaluó mediante la síntesis de seis adsorbentes. La figura 4a muestra el análisis de una solución estándar con una concentración de  $5 \text{ mgL}^{-1}$  sin pretratamiento. Por otro lado la figura 4(b-e) muestra el efecto del tiempo de síntesis en la retención de las tetraciclinas empleando tiempo de reacción desde 30 min hasta 90 min. De acuerdo a los resultados obtenidos es posible apreciar un incremento en la retención para la tetraciclina, oxitetraciclina y doxitetraciclina conforme incrementa el tiempo de reacción con % de retención promedio del 85.28%, mientras que la retención de clortetraciclina se mantiene constante sin importar el tiempo de reacción ( $\geq 99.0\%$ ), lo cual indica una mayor afinidad por el analito. Por lo cual y con la finalidad de garantizar una máxima adsorción de TCs se selecciona un tiempo de 90.0 min en el proceso de síntesis.

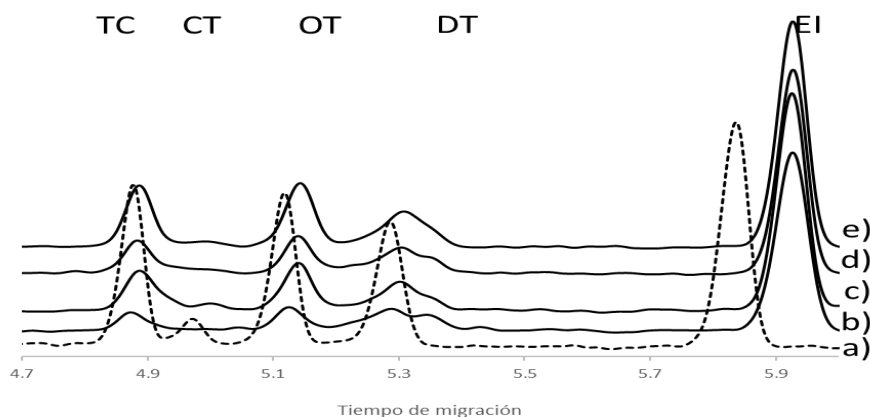


**Figura 4** Electroferograma correspondiente al tiempo de síntesis de  $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO-LDH}$ . Voltaje de separación 14 kV,  $\lambda=360 \text{ nm}$  y  $\text{pH}=12$ . a) Solución estándar de las cuatro tetraciclinas y estándar interno a una concentración de  $5 \text{ mgL}^{-1}$ , b) 30 min, c) 45 min, d) 60 min, e) 75 min y f) 90 min.



### Efecto de la composición $Fe_3O_4:SiO:LDH$ en la extracción de Tetraciclinas

Seleccionado el tiempo de reacción, se evaluó la proporción de las partículas LDH en relación de las partículas  $Fe_3O_4-SiO$  que conforman la estructura  $Fe_3O_4-SiO-LDH$ . Para ello se evaluaron las siguientes proporciones molares 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3 y 1:1:4 ( $Fe_3O_4:SiO:LDH$ ), mismos que se pusieron en contacto con el mismo proceso de extracción descrito en la evaluación anterior. La Figura 5, muestra los electroferogramas obtenidos en la retención de tetraciclinas, conforme a los resultados obtenidos se observa una disminución en la retención de las tetraciclinas conforme se incrementa la proporción de LDH en el adsorbente con % de retención promedio del 70.0%. Esto puede atribuirse a que un exceso de LDH en el adsorbente ocasiona una disminución en la capacidad de interacción adsorbente-analito por un posible factor de impedimento estérico. Por lo cual se selecciona una proporción 1:1:1 ( $Fe_3O_4:SiO:LDH$ ) como óptima permitiendo un mayor % de retención de los analitos de interés



**Figura 5.** Electroferograma correspondiente a la evaluación de las proporciones ( $Fe_3O_4:SiO:LDH$ ) de adsorbente. Voltaje de separación 14 kV,  $\lambda=360$  nm y pH=12. a) Solución estándar de las cuatro tetraciclinas a y estándar interno una concentración de  $5\text{ mgL}^{-1}$ , b) 1:1:1, c) 1:1:2, d) 1:1:3 y e) 1:1:4

### Conclusiones

Los adsorbentes magnéticos, recubiertos por sílice y LDH permiten la retención de las tetraciclinas de interés. Demostrando una selectividad adecuada en función del modo de interacción analito-adsorbente y su aplicación en el análisis posterior por electroforesis capilar. La metodología propuesta presenta ventajas en términos de eficiencia, rapidez, bajo de solventes, corto tiempo de análisis y por tanto menor manipulación de la muestra. Como perspectivas del trabajo se plantea realizar la optimización de las variables críticas en el proceso de extracción en fase sólida magnética.

### Referencias

- [1] Pérez T. E., & Diego V. (2003). Tetraciclinas, sulfamidas y metronidazol. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 21(9), 520-529.
- [2] United States Food and Drug Administration (FDA), Fed. Reg. 207 (63) (1998)57245–57248.
- [3] European Union Council Regulation No. 508/99, Off. J. Eur. Commun. L60 (1999) 16–52.
- [4] Ibarra, I. S., Rodríguez, J. A., Miranda, J. M., Vega, M., & Barrado, E. (2011). Magnetic solid phase extraction based on phenyl silica adsorbent for the determination of tetracyclines in milk samples by capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 1218(16), 2196-2202.

# El Rol de los Líderes Digitales en el Proceso de Transformación Digital de las Organizaciones

Amalia Hernández Rodríguez Dr<sup>1</sup>, Dr<sup>2</sup>. Víctor Levi González Ajuech<sup>2</sup>, Dr<sup>3</sup> Pedro Celestino Ramírez<sup>3</sup>,  
Dr<sup>4</sup> Ma. Elena Montes Almanza<sup>4</sup>, Dr. Hugo Gasca Aragón<sup>5</sup>

**Resumen**— Es una realidad que las organizaciones deben migrar hacia la transformación digital y de esta manera aprovechar los beneficios y oportunidades que este fenómeno trae consigo para alcanzar ser más competitivos, uno de los desafíos más grandes para convertirse en empresas digitales es el contar con líderes comprometidos y preparados mentalmente para hacer frente a los cambios de paradigmas que exige la transformación digital, líderes que cuenten con habilidades, competencia y sin resistencia a las nuevas formas de trabajar, por tal motivo, se convierte en un reto para los líderes el mantener un comportamiento adecuado, pues saben que es un factor clave y que requieren combinar el talento humano y las máquinas inteligentes para lograr la digitalización de sus operaciones y fomentar una cultura de innovación que impulse el desarrollo con la mejor optimización de recursos. En tal sentido en el presente trabajo se realiza un estudio cualitativo sobre la identificación de las cualidades que los líderes digitales deben tener y las estrategias que éstos están implementando para llevar al éxito futuro de la transformación digital a sus empresas.

**Palabras clave**—: líderes, procesos, transformación digital, organizaciones, estrategias.

## Introducción

Los avances tecnológicos están impulsando a las empresas a realizar sus procesos de transformación digital, para adaptar sus negocios de actividades clásicas a operaciones virtuales, con ello evolucionan para integrarse a las nuevas tendencias, pero no sólo hay que considerar el cambio en las empresas, también es necesario identificar los comportamientos de los líderes que dirigen la organización para enfocarlos en la mejor toma de decisiones basadas en la digitalización.

Siguiendo este enfoque Herrera (2020) menciona que los líderes 4.0 deben estar a la vanguardia de los avances tecnológicos para impulsar las organizaciones, para ello deben enfrentar retos y mantener una formación constante donde no sólo adquieran conocimiento, también deben desarrollar habilidades blandas que le permitan permear a sus colaboradores (p.2).

Por su parte Lozano (2020) en el proceso de la transformación digital de las organizaciones refiere que los líderes deben hacerse llegar de un equipo colaborativo con desarrollo de buenas y marcadas habilidades blandas, pues serán ellos los que marquen la nueva cultura digital que no solo incluye adecuación y adquisición de herramientas tecnológicas, sino que marca la línea de un nuevo nivel de liderazgo y desarrollo del talento humano.

Bajo este mismo contexto Rojo (2021) parte de la definición de transformación digital aquella que hace uso de la tecnología para reinventarse y mejorar su desempeño, donde lo digital se refiere al uso, procesamiento y almacenamiento de los datos que se transforman en conocimiento, esto conlleva a las empresas y sus líderes a transformar sus recursos y desarrollar las habilidades necesarias para formar parte del mundo digital.

<sup>1</sup> La Dr<sup>1</sup>. Amalia Hernández Rodríguez es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto. y Profesora del Depto. Ciencias Económico-Administrativas del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. Subdirectora de Recursos Financieros en el Centro Nacional de Metrología. [amalia.hr@queretaro.tecnm.mx](mailto:amalia.hr@queretaro.tecnm.mx). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr<sup>2</sup>. Víctor Levi González Ajuech es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto., y Profesor del Depto. de Metal Mecánica del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [victor.ga@queretaro.tecnm.mx](mailto:victor.ga@queretaro.tecnm.mx).

<sup>3</sup> El Dr<sup>3</sup>. Pedro Celestino Ramírez es Doctorante del Doctorado en Administración y Gestión Empresarial de la Universidad del Centro del Bajío y Profesora del Depto. de Sistemas y Computación del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [pedro.r@queretaro.tecnm.mx](mailto:pedro.r@queretaro.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Dr<sup>4</sup> Ma. Elena Montes Almanza del Doctorado en Administración y Gestión empresarial de la Universidad del Centro del Bajío, Celaya, Gto. y Profesor del Depto. de Sistemas y Computación del TecNM campus Querétaro, Querétaro, Qro. [elena.ma@queretaro.tecnm.mx](mailto:elena.ma@queretaro.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Dr. Hugo Gasca Aragón es Doctor en Estadística-Matemática por la Universidad de Massachusetts. Coordinador de gestión del CENAM y presidente del grupo de transformación digital del Sistema Interamericano de Metrología, es colaborador en revisión de tesis por parte de la Universidad del Centro del Bajío. [hgasca@cenam.mx](mailto:hgasca@cenam.mx)

Ahora bien, la figura No. 1 muestra un diseño de Manpower Group (2018) el cual define al liderazgo que impacta en el equipo de trabajo al mencionar que liderar es el talento para influir positivamente en los demás para conseguir que las cosas ocurran, refiere que el 60% de la competitividad de las organizaciones la provoca la calidad directiva, es decir, cómo se comportan los líderes de las organizaciones para conseguir los retos estratégicos

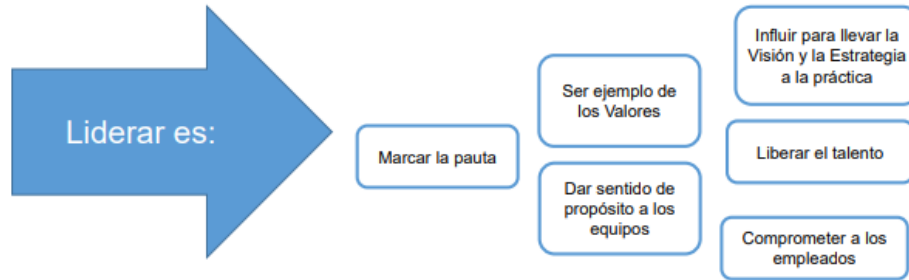


Figura 1. Forma de liderar la transformación digital

Podemos resumir de lo extraído por estos autores que los líderes debes rodearse de equipos eficientes que le ayuden a implementar la transformación digital para dar visibilidad a sus ideas dentro de la organización.

Partiendo de esta premisa es importante identificar las habilidades que los líderes digitales deben desarrollar y que han sido identificadas por Escobar (2020), mismas que se detallan en la figura No. 2.

*La comunicación* debe ser efectiva y clara.

*La visión*, el líder debe planear y conocer el impacto de acontecimientos futuros.

*El conocimiento digital*, consiste en adoptar fácil y ágilmente las nuevas tendencias tecnológicas.

*Diseño de estrategias*, diseñar un cambio de implementación con estrategias hacia lo digital con el menor costo. *Innovación*, adaptar los procesos con la tecnología y diseño de nuevas ideas radicales.

*Tomador de riesgos*. Al ser pionero es necesario estar consciente que la transformación digital implica riesgos para los cuales hay que estar preparados.

*Adaptabilidad*, tener la capacidad de adaptación al cambio de manera rápida e impulsar a sus colaboradores a esta transformación con la misma rapidez.

*Desarrollador de talentos*. Adquirir y desarrollar habilidades blandas y capacitar al equipo de trabajo de tal manera que sean capaces de llegar al cambio digital



Figura 2. Fuente Escobar (2020), diseño propio

En tal sentido y bajo este contexto, en el presente trabajo de investigación se llevó a cabo al aplicar una encuesta a 35 directivos que se involucran con la transformación digital en una organización del estado de Querétaro, la metodología y resultados se explican a continuación.

### Descripción del Método

Basado en la literatura y teniendo como objetivo principal el análisis del rol de los líderes digitales en el proceso de transformación digital de las organizaciones, la presente investigación se realiza con un enfoque cualitativo, descriptivo, atendiendo lo establecido por, Hernández y Mendoza (2018) en la recolección de datos se establece una estrecha relación entre los participantes de la investigación sustrayendo sus experiencias e ideologías a través de un instrumento de medición predeterminado bajo una escala de Likert (1932) con cinco niveles (Totalmente en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo). La muestra que se consideró fue de 35 participantes de una organización ubicada en el Estado de Querétaro, México, mediante la aplicación de un método aleatorio simple enviando un cuestionario de *Google Forms* con 22 ítems, con preguntas relacionadas con el tema de liderazgo. El cuestionario fue enviado a los correos electrónicos institucionales de los participantes quienes forman el cuerpo directivo del sujeto de estudio, practicándose en el período enero-julio de 2021.

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió la percepción de 35 participantes del grupo de directivos y líderes sobre 22 ítems que se relacionan con el comportamientos, habilidades y competencias del mismo grupo que desarrolla funciones de liderazgo dentro de una organización en el estado de Querétaro. Los resultados de la investigación incluyen el análisis cualitativo de las respuestas a las preguntas de mayor impacto, mencionando que, en el análisis, se agruparon para describir la dimensión y el impacto general, los Porcentajes que refieren a *totalmente de acuerdo con la escala de acuerdo*, así como la *escala en totalmente en desacuerdo se sumó al nivel de en desacuerdo*

Respecto a la pregunta: *Creo que la alta dirección de la entidad cuenta con las habilidades digitales requeridas para procesar información con herramientas tecnológicas y tomar decisiones adecuadas.*

Los resultados que se visualizan en la figura No. 3 muestran que el 25.7% de los directivos creen que cuentan con las habilidades digitales que requiere para la implementación de la transformación digital, sin embargo, un 45.7% tienen duda de contar con las habilidades requeridas, el 28.6% de los directivos perciben que no se tienen las habilidades. Lo anterior sugiere una oportunidad de entrenamiento y formación del cuerpo directivo en los temas de transformación digital.

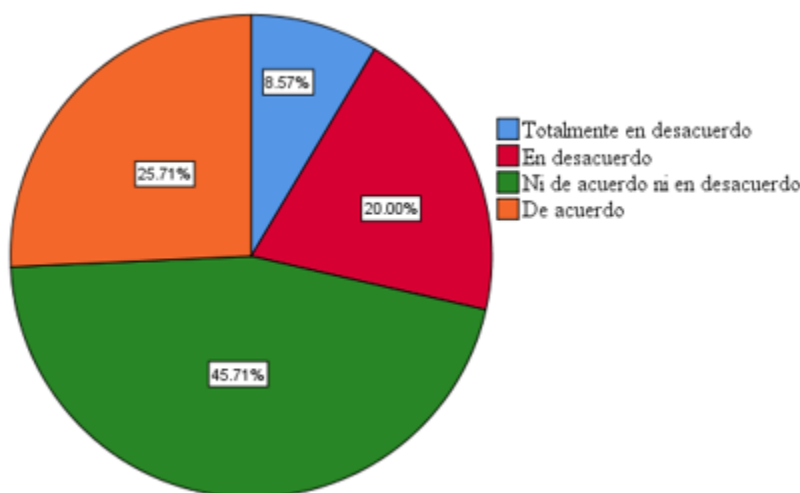


Figura No. 3. Creo que la alta dirección de la entidad cuenta con las habilidades digitales requeridas para procesar información con herramientas tecnológicas y tomar decisiones adecuadas.

En relación a la pregunta: *Soy capaz de explicar el impacto que tiene en la organización la transformación digital*, la figura No. 4 hace referencia a que, el 65.7% de los participantes dimensiona el impacto favorable que tiene la transformación digital en la organización, sin embargo, el 34.3% no percibe el beneficio que las nuevas tecnologías pueden brindar. Interpretando lo anterior se puede concluir, que resulta ser una ventaja el hecho de que la mayoría de los directivos reconozcan la importancia de realizar una transformación digital ya que esto da la pauta para que faciliten las actividades que conlleva este cambio.

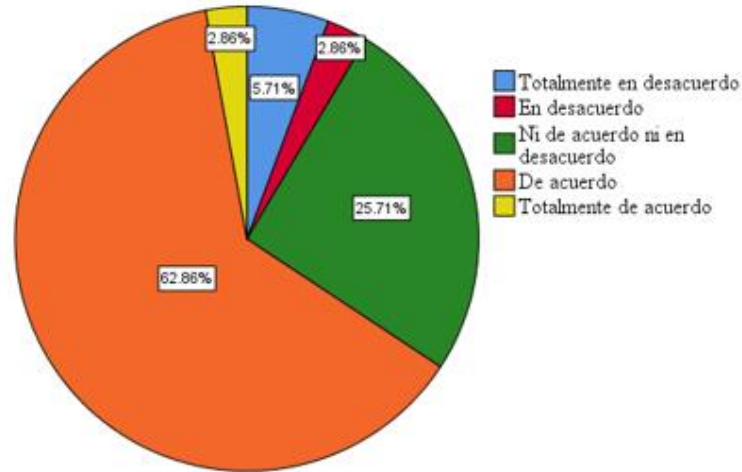


Figura 4. Soy capaz de explicar el impacto que tiene en la organización la transformación digital.

Por lo que respecta a la pregunta: *Estoy seguro de que tengo las habilidades tecnológicas que los empleadores quieren*. La figura No. 5 muestra que el 62.9% del equipo directivo piensa que tienen las habilidades tecnológicas que se requieren en las organizaciones digitales, por tanto, se presenta una oportunidad para que participen activamente en el entrenamiento de sus equipos de trabajo y de esta manera el 37.1% que menciona no contar con éstas, desarrolle de manera colaborativa con sus líderes la competencia digital que requieren.

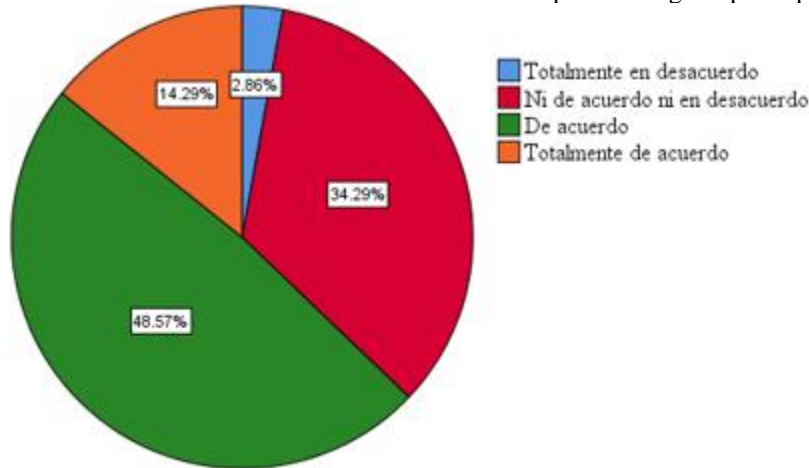


Figura 5. Estoy seguro de que tengo las habilidades tecnológicas que los empleadores quieren.

En cuanto a la pregunta: *La alta dirección comunica los avances de la implementación de la industria 4.0*. La figura No. 6 describe que un tercio (34.3%) considera que hace falta comunicar los avances que se tienen de la transformación digital. Un segundo tercio (33%) considera que dicha comunicación es adecuada y el restante tercio (33%) considera que no hace falta comunicar los avances, lo cual puede interpretarse que están conscientes que el ritmo de avance no amerita comunicación adicional. Esto sugiere que la muestra de directivos se comporta como una población uniforme en el tema de comunicación o involucramiento en el proceso de transformación digital.

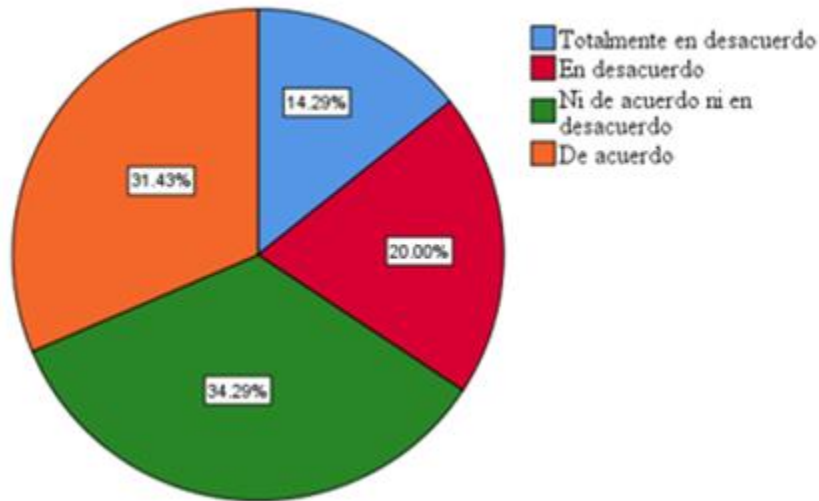


Figura No. 6. La alta dirección comunica los avances de la implementación de la industria 4.0.

Los resultados de la pregunta: *Considero necesarias la contratación de nuevos talentos altamente calificados en nuevas tecnologías*, la figura No. 7 refiere que el 82.9% considera preferible realizar el cambio tecnológico con nuevos recursos humanos. El restante 17.1% considera mejor realizar el cambio invirtiendo en entrenamiento y crecimiento profesional de los colaboradores actuales.

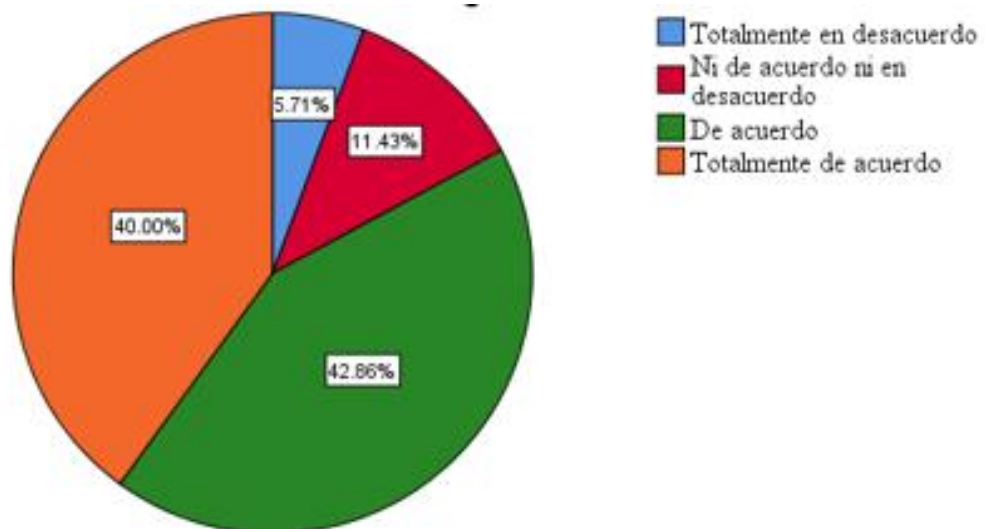


Figura No. 7. Considero necesarias la contratación de nuevos talentos altamente calificados en nuevas tecnologías

### Conclusiones

Los resultados sugieren la necesidad de una activa participación de los líderes de la organización ya que el 30% del grupo directivo percibe que no tiene las competencias y habilidades, mientras que casi el 60% se percibe a si mismo con dichas competencias y habilidades, ahora bien, solo el 30% está involucrado en comunicar los avances de la implementación del cambio). Es indispensable reconocer que la gran mayoría visualiza el beneficio potencial de la transformación digital (65%). Fue quizás inesperado el haber encontrado que casi la totalidad del grupo directivo

preferiría realizar un esfuerzo de transformación digital con personal nuevo (83%) en vez de entrenar y crecer profesionalmente a la plantilla presente de colaboradores.

La relevancia de esta investigación radica en medir la percepción del grupo directivo, de manera representativa e imparcial, obteniendo un diagnóstico preciso de la situación actual que permitirá la toma de decisiones informadas para la continuidad de la iniciativa.

### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar la presente investigación podrían concentrarse en el factor líderes digitales y su influencia en la organización de estudio, ya que se considera que hay un amplio campo todavía por explorarse en lo que se refiere al análisis cualitativo y cuantitativo del factor de liderazgo digital, incluyendo por ejemplo: estimaciones cuantitativas del esfuerzo aplicado en innovación y gestión del cambio, logros de la implementación de sistemas o dispositivos que aporten a la transformación digital en un periodo de tiempo establecido, estimaciones de la participación en las actividades de entrenamiento y difusión conducidos por periodo de tiempo, estimación del esfuerzo de colaboración en proyectos, todos estos temas enfocados en el ámbito de la transformación digital.

### **Referencias**

- Escobar, J. (2020, 6 de octubre). Habilidades y conocimientos que líderes deben desarrollar en la transformación digital. *EGADEInsights*. <https://blog.egade.tec.mx/habilidades-conocimientos-lideres-en-transformacion-digital>
- Herrera, D.P. (2020). *La nueva generación de líderes en las organizaciones, perfil del gerente en la industria 4.0*. <http://hdl.handle.net/10654/37031>.
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. [https://legacy.voteview.com/pdf/Likert\\_1932.pdf](https://legacy.voteview.com/pdf/Likert_1932.pdf)
- Lozano, L. (2020, 19 de marzo). Competencias blandas en la Transformación Digital. *OasisCom*. <https://www.oasiscom.com/blog/competencias-blandas-en-la-transformacion-digital/>
- ManpowerGroup. (2018). *Liderazgo digital para las nuevas organizaciones*. [https://clubexcelencia.org/index.php/system/files/migrated/knowledge/documents/files/liderazgo\\_digital\\_club\\_excelencia\\_gestion\\_-\\_manpowergroup.pdf](https://clubexcelencia.org/index.php/system/files/migrated/knowledge/documents/files/liderazgo_digital_club_excelencia_gestion_-_manpowergroup.pdf)
- Rojo, J. (2021, 8 de junio). Las habilidades blandas más allá de la transformación digital. *ProcessOnLine BPMS*. [https://pol.com.co/las-habilidades-blandas-mas-alla-de-la-transformacion-digital\\_trashed/](https://pol.com.co/las-habilidades-blandas-mas-alla-de-la-transformacion-digital_trashed/)

## Implicaciones de la Reforma Educativa en el Nivel Superior

Mtra. Modesta Lorena Hernández Sánchez<sup>1</sup>, Mtro. José Miguel Pérez Enríquez<sup>2</sup>,  
Dr. Armando Adriano Fabre<sup>3</sup>.

**Resumen**— El análisis del impacto de la reforma educativa en las Instituciones de Educación Superior en México, con base en la Ley General de Educación Superior publicada el pasado 20 de abril de 2021, supone la necesidad de cuestionar la calidad de la praxis educativa, tomando como punto de referencia los aspectos de mejora que se consideraron para el progreso de la educación superior: responder a una exigencia social para fortalecer a la educación pública, laica y gratuita; asegurar una mayor equidad en el acceso a una educación de calidad; fortalecer las capacidades de gestión de la escuela; propiciar nuevas oportunidades para el desarrollo profesional de docentes y directivos; sentar las bases para que los elementos del Sistema Educativo sean evaluados de manera imparcial, objetiva y transparente. Se concluye que la materialización del contenido de la reforma en cita, equivale a un desarrollo educativo redituable en un mayor crecimiento económico, aunado al desarrollo de competencias relevantes –por parte de los estudiantes-, de acuerdo a las necesidades reales del campo laboral.

**Palabras clave**—Reforma educativa, desarrollo profesional, educación superior, sistema educativo.

### Introducción

La Ley General de Educación Superior promueve a la educación superior como un derecho humano que requiere mayor atención del Estado; representa el eslabón idóneo que vincula el régimen constitucional de los derechos y obligaciones concernientes a la educación superior, con la normativa que compete al control de este nivel de estudios, con el propósito de que a nivel nacional se materialice el diseño e implementación de políticas públicas de orden transversal que repercutan en el fortalecimiento y desarrollo de la enseñanza universitaria en México. No obstante, de ese entramado legal surgen diversas interrogantes sobre los principales problemas y retos a los que se enfrenta la educación superior en aras de dar cumplimiento a los criterios, fines y políticas que brindan sustento a la orientación general de la norma.

### Descripción del Método

Se trata de una investigación documental con enfoque cualitativo que expone diversas reflexiones sobre el escenario en el que actualmente opera la Ley General de Educación Superior. Se utiliza el método deductivo dado a que parte de diversas premisas generales sobre los objetivos, retos y dificultades que enfrenta la reforma educativa desde la perspectiva de la educación de calidad, desarrollo de competencias y el fortalecimiento del sistema nacional de educación superior.

### Generalidades de la reforma educativa a nivel superior

La Ley General de Educación Superior publicada el pasado 20 de abril de 2021, señala que a partir del año 2022 la educación en universidades, tecnológicas y normales, gradualmente se vuelve gratuita y obligatoria siempre y cuando exista presupuesto. Esta ley propone “establecer las bases para dar cumplimiento a la obligación del Estado de garantizar el ejercicio del derecho a la educación superior.” Desde una perspectiva general, se advierte un gran desafío que implica que el gobierno federal, estatal y municipal, así como las universidades, trabajen de manera conjunta en la alineación de las necesidades del país, con el propósito de que dicha propuesta se materialice y no se quede plasmada en un discurso jurídico simbólico.

La ley en comento representa un avance en la búsqueda de garantizar el derecho humano a la educación superior de manera efectiva, como un sector clave para el desarrollo del país, porque de ella dependen en gran parte los avances en la ciencia y tecnología, es decir, la generación del conocimiento y su aplicación en diversos contextos que benefician a la sociedad. Sin embargo, en términos generales, el desarrollo educativo que ejerce la reforma, representa un ajuste general al presupuesto educativo, lo que implica que el gobierno invierta en mayor medida en el rubro de la educación y defina estrategias que le permitan estar en condiciones de: aumentar la matrícula sin descuidar

<sup>1</sup> Mtra. Modesta Lorena Hernández Sánchez, es docente por asignatura en la Licenciatura en Derecho del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. [modhernandez@uv.mx](mailto:modhernandez@uv.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Mtro. José Miguel Pérez Enríquez, es docente por asignatura en la Licenciatura en Contaduría del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. [miguperez@uv.mx](mailto:miguperez@uv.mx)

<sup>3</sup> Dr. Armando Adriano Fabre, es docente de tiempo completo en la Licenciatura en Derecho del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz. [aadriano@uv.mx](mailto:aadriano@uv.mx)



el control de calidad; generar conocimiento a través de investigación básica y aplicada; adaptar los programas educativos con las necesidades reales del campo laboral; establecer un diálogo colaborativo entre las universidades y el gobierno.

Bajo ese orden de ideas, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) (2019) afirma que "mejorar la relevancia y los resultados de la educación superior requiere de una visión estratégica de la educación superior, un enfoque común para todo el gobierno y la implicación de todo el sistema de educación superior" OCDE (2019). Para responder a estas necesidades de cambio en el nivel superior, es imprescindible reconocer el rol que el gobierno y las mismas universidades deben tomar para que la calidad en la educación y la garantía de que los estudiantes desarrollen competencias relevantes para el mercado legal sea una realidad, pero ¿cómo lograr que esta propuesta sea efectiva?

### **Problematización**

El primer punto a considerar para lograr el ideal educativo, es la ampliación de la cobertura nacional de los estudiantes que acceden a la educación superior. Actualmente, México tiene la proporción más baja entre los países de la OCDE de adultos (25-64 años) con un título de educación superior (17%), una cifra muy inferior al promedio de la OCDE (37%), y por debajo de otros países de la región, tales como Chile (23%), Colombia (23%), Costa Rica (23%) o Argentina (21%); no obstante, se han conseguido avances notables por lo que se refiere al aumento del logro educativo en los niveles de educación superior en México, y durante los últimos dieciséis años la proporción de adultos jóvenes que han finalizado la educación superior pasó del 17% al 23%." (OCDE, 2018).

El segundo punto a tener en cuenta es el incremento en la asignación presupuestal para la educación y el buen uso de los recursos por parte de las universidades. De lo anterior, depende la infraestructura, el personal docente y los recursos tecnológicos necesarios para propiciar un aprendizaje integral que responda a las necesidades actuales, bajo la premisa de que la educación superior obligatoria y gratuita implica la participación activa de todos los involucrados en el proceso educativo, desde el gobierno que provee los recursos, la universidad que gestiona los mismos, los docentes que seleccionan y facilitan los contenidos, hasta los estudiantes que participan responsablemente con su educación.

El tercer punto a considerar es la baja calidad en las universidades. Si bien es un tema complejo e incómodo, conviene analizar la importancia que tiene una buena formación para obtener como resultado egresados que puedan incorporarse rápidamente al sector productivo, desempeñando actividades afines a lo que estudiaron; pues si bien es cierto, actualmente muchos de los egresados del nivel superior se desempeñan en trabajos que no requerían de estudios superiores, lo que representa un gran retroceso en materia de la economía nacional, dado a que a menor cantidad de capital humano, menor cantidad de ingresos para el país.

Para responder a los problemas de calidad y garantía, es necesario alinear las competencias a desarrollar con las necesidades del mercado laboral; es decir, vincular el conocimiento y las competencias desarrolladas en los programas de educación superior dependiendo del sector o disciplina, con el propósito de establecer programas educativos que combinen la teoría con la práctica.

### **Retos que enfrenta la educación superior en México**

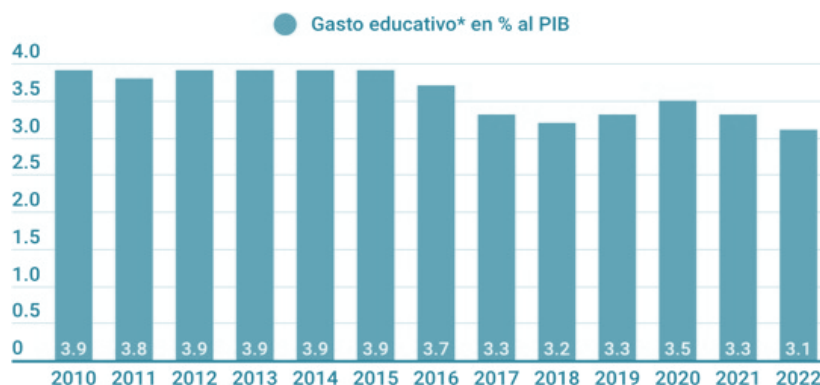
La educación superior es imprescindible para el fortalecimiento de la formación de capital humano. El principal objetivo de la educación superior, es aportar a los egresados, las competencias necesarias para incorporarse con éxito en el mercado laboral. Al respecto, enfatizamos que México carece de un mecanismo de dirección eficaz para el sistema de educación superior, que verifique la calidad y diversidad de los programas educativos, al mismo tiempo que permita la coordinación eficaz entre los niveles de gobierno y las Instituciones de Educación Superior al momento de establecer iniciativas políticas.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés) "México no cuenta con un marco legal común que regule de forma integral el sistema de educación superior. La Ley de Coordinación de la Educación Superior de 1978 proporciona las directrices básicas para la coordinación entre los gobiernos estatales y federal en la educación superior, pero las responsabilidades competenciales respectoa las instituciones de educación superior y los procedimientos para coordinar sus actividades no están claramente descritas. El Comité Nacional de Productividad (CNP) ha desarrollado recientemente un marco de competencias para México (Sistema de Formación de Habilidades), basándose en el informe Estrategia de Competencias de la OCDE para México en 2017. El marco de competencias del CNP cubre todos los niveles de educación y las competencias necesarias para las industrias estratégicas. Sin embargo, los programas sectoriales de las secretarías federales de educación, empleo y economía están diseñados de forma independiente, lo que conlleva riesgos de fragmentación." (OCDE, 2019).

La cobertura geográfica que tiene el país respecto a Instituciones de Educación Superior es muy baja, en

comparación a otros países; constantemente se habla de incrementar la matrícula, pero no se toma en cuenta que tenemos una gran población de egresados con un título de educación superior, que trabaja en empleos que no requerían esa formación. Por ello, es importante reflexionar que si uno de los motivos que impide la incorporación efectiva de egresados al mercado laboral es la falta de competencias y habilidades reales; derivado de lo anterior, el primer reto que se vislumbra es la calidad y relevancia de los programas de estudio que deben ser adecuados para las necesidades actuales del sector empresarial.

Para el año 2022, el presupuesto destinado a la educación en México fue de 883,929 millones de pesos (mdp); de acuerdo con cifras del Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP), dicho monto representa el 3.1% del PIB que equivale al nivel más bajo a partir del año 2010. Siguiendo esta línea de ideas, presentamos una gráfica en la que se advierte cómo ha disminuido el porcentaje de recursos destinados a la educación en México, en los últimos doce años.



Fuente: CIEP con información de la SHCP.

\*Contempla la suma total de la función Educación y lo asignado a la SEP por medio de otras funciones distintas a Educación en el Presupuesto de Egresos de la Federación.

Cabe mencionar que estos porcentajes son con relación a la educación en general, por lo que debemos tomar en cuenta que el total de este presupuesto se divide entre los demás niveles educativos. Solo un 17.5 % del gasto educativo corresponde a las subfunciones de educación superior y posgrado, lo que equivale a 154,279 millones de pesos para este nivel educativo.

De acuerdo con esto, la educación superior se encuentra en un momento difícil: poca cobertura, poco presupuesto, baja calidad y actualmente, nuevas modalidades de formación por causa de la pandemia. Por ello, conviene reflexionar sobre las estrategias adecuadas que pueden ejecutarse para minimizar los problemas educativos que se vislumbran.

La fuerza económica de un país depende en gran medida de su capital humano, no existe propuesta alguna que resuelva todos los problemas educativos en el nivel mediosuperior, pero si existen alternativas que pueden contribuir al fortalecimiento de la educación superior en México. Comencemos por destacar que a mayor inversión mejor rendimiento; una analogía perfecta para analizar la importancia de la asignación presupuestal a las universidades por parte del gobierno, reiteramos que actualmente no se le está otorgando la importancia que debería a este sector educativo, porque lejos de aumentar su presupuesto disminuye.

Por otro lado, las necesidades de actualización y de mejor infraestructura tecnológica por parte de las universidades es cada vez más notoria, dado a que los avances científicos y tecnológicos no se hacen esperar y es indispensable capacitar a los estudiantes universitarios de acuerdo a la época y sus cambios.

Para incrementar el capital humano a través de la educación superior, es necesario que todos los involucrados de este proceso educativo formen una visión real y coherente para el futuro de la educación superior, porque se debe considerar la relevancia que tienen los programas de estudio con relación a las necesidades del campo laboral. Los involucrados del proceso educativo en el nivel superior -universidades, directivos, administrativos, docentes y alumnos- tienen la obligación de utilizar de forma responsable y productiva los recursos con los que cuenta para la formación, se trata de un aprovechamiento eficiente de lo que se tiene, porque con frecuencia se habla de la escasa cobertura o falta de matrícula, pero poco se menciona sobre la importancia de mejorar la calidad en la educación, la falta de competencias reales y el desempleo, rubros que demuestran que el problema no radica en la falta de personal, sino en la formación académica.

Actualización constante y vinculación con el campo laboral es lo que se necesita para que los programas educativos se adecuen mejor a las necesidades de los empleadores de esta forma se pueden combatir las altas tasas de desempleo en el país. La actualización constante debe servir para reestructurar los contenidos teóricos con la finalidad de incorporar la práctica y contenidos relevantes en la actualidad, existen ciencias exactas que no cambian, pero la mayoría está sujeta a la tecnología para ser más efectiva, por ello considero indispensable en cada universidad la actualización de sus programas de estudio. Respecto a la vinculación con el campo laboral, muchas universidades se han encargado de establecer el servicio social y las prácticas profesionales como obligatorias para la titulación, pero en su mayoría son universidades públicas y queda mucho por hacer con las otras instituciones.

Para mejorar la calidad de la educación superior, es necesario replantear los objetivos a cumplir para formar profesionistas de excelencia, para fortalecer el sistema educativo y en general, para crecer económicamente como país. Existen diversos problemas que impiden a los egresados de la universidad encontrar un empleo, por ejemplo: la sobrecualificación para el empleo que solicitan, si bien es una realidad que muchos profesionistas trabajan o solicitan trabajar en empleos que no requieren de un título universitario, no obstante, la necesidad de incorporarse y trabajar es evidente.

Por otro lado, la informalidad es otro de los problemas para los egresados, ya que actualmente el número de empresas informales ha incrementado, impidiendo que éstos estén en condiciones para acceder a un sueldo justo, prestaciones o servicio médico, como lo establece la ley; pero el mayor de los problemas para la empleabilidad, es la falta de competencias en actividades propias del campo laboral.

Mejorar la oferta educativa y las modalidades de formación es una alternativa clave para fortalecer el sistema educativo superior, porque representa una adaptación a las necesidades del campo laboral. De acuerdo con un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE por sus siglas en inglés), en México, el 46% de las personas con un título universitario están desempleados o no ejercen lo que estudiaron; por eso, se hace cada vez más evidente, la importancia de ofrecer planes de estudios que correspondan a las necesidades reales de los empleadores.

Otro punto en el que es necesario trabajar es considerar las diferentes modalidades de formación, por ejemplo, la formación dual que consiste en un modelo educativo diseñado para estudiantes destacados en donde se combina un periodo académico en el aula y otro en la empresa, donde el estudiante desarrolla proyectos que corresponden a la gestión de trabajo real con el acompañamiento de un coach o capacitador. “La formación dual se define como una modalidad de formación profesional, y por ende educativa, que realiza su proceso de enseñanza-aprendizaje en dos lugares distintos, en una institución educativa donde realiza actividades teóricas-prácticas y en una organización donde ejecuta actividades didáctico-productivas que se complementan y se alternan.” (Vega, 2005). Se trata de una alternativa bastante efectiva e innovadora que algunas instituciones del nivel medio superior y superior han adoptado, precisamente porque su viabilidad implica que se realice una investigación e integración curricular con la realidad productiva con un enfoque que involucre la convivencia y la contextualización de los contenidos curriculares, la actualización constante del cuerpo docente, así como la evaluación continua de los programas educativos.

## Comentarios Finales

### Conclusiones

La inclusión en la norma de un principio de obligatoriedad y gratuidad de la educación superior, representa un logro gradual que implica que el gobierno y las universidades del país deben asumir el compromiso de invertir los recursos que se necesitan para alcanzar la eficacia del derecho humano a la educación.

De igual modo, es indiscutible que se implementen las estrategias idóneas que fortalezcan la planeación, coordinación, regulación y financiamiento que permita hacer posible que la educación superior brinde a sus estudiantes la formación acorde al campo laboral real.

Los escenarios económicos, políticos y sociales no son los mismos que décadas atrás, por lo que al encontrarse la sociedad en constante cambio e imprevistos –como por ejemplo la pandemia- se hace evidente la necesidad de mejorar el contexto en el que se ubica la educación superior.

## Referencias

- Coll Lebedeff, Tatiana (2013). La reforma educativa, el poder del Estado y la evaluación. *El Cotidiano*, (179),43-54. ISSN:0186-1840. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32527012004>
- Compañ, J (2018), “La reforma educativa vigente y sus implicaciones en el funcionamiento y la organización escolar”. *Voces de la educación*, 3 (5) pp.31-39.
- Congreso de la Unión (2021). Ley General de Educación Superior. Disponible en: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES\\_200421.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGES_200421.pdf)
- López Aguilar, Martha de Jesús (2013). Una reforma "educativa" contra los maestros y el derecho a la educación. *El Cotidiano*, (179),55-76.

ISSN: 0186-1840. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32527012005>

OECD (2019), Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264309432-en>.

Vega L. (2005). Evaluación Programa en Administración de Oficinas 2000-2004 (Informe de evaluador externo). Heredia: Universidad Nacional, Escuela de Secretariado Profesional. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44032105.pdf>

### Notas biográficas

La **Mtra. Modesta Lorena Hernández Sánchez**, es docente por asignatura en la Licenciatura en Derecho del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, es Maestra en Derecho Penal y Juicio Oral por la Universidad de las Naciones campus Veracruz y abogada postulante. Ha participado en diversos congresos como ponente.

El **Mtro. José Miguel Pérez Enríquez**, es docente por asignatura en la Licenciatura en Contaduría del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, es Maestro en Educación por la Universidad de las Naciones campus Veracruz. Ha participado en diversos congresos como ponente.

El **Dr. Armando Adriano Fabre**, es docente de tiempo completo en la Licenciatura en Derecho del Sistema de Enseñanza Abierta de la Universidad Veracruzana, Región Veracruz, es Doctor en Derecho por la Universidad de las Naciones campus Veracruz, titular de la Notaría Pública Número 61 de la décimo séptima demarcación notarial y miembro activo del Colegio de Notarios del Estado de Veracruz A.C. Ha participado en diversos congresos como ponente.

## ***Argemone mexicana* como una Estrategia Ecológica contra la Marchitez Vascular (*Fusarium oxysporum*)**

M. en C. Iridiam Hernández Soto<sup>1</sup>, Dr. Alfredo Madariaga Navarrete<sup>1</sup>, Dra. Judith Prieto Méndez<sup>1</sup>, Dr. Joel Meza Rangel<sup>1</sup>, Dra. Mariana Saucedo García<sup>1</sup>, Dr. Gabriel Aguirre Álvarez<sup>1</sup>, Dr. Antonio Juárez Maldonado<sup>2</sup>, Dra. Alma Delia Hernández Fuentes<sup>1</sup>

**Resumen**— *Fusarium oxysporum* causa la marchitez vascular enfermedad que ocasiona pérdidas de hasta un 60% en la producción de cultivos. Actualmente, existe una necesidad creciente de explorar y generar productos ecológicos para controlar fitopatógenos. La planta *Argemone mexicana* L. conocida comúnmente como chicalote, presenta compuestos bioactivos de gran interés para mantener la sanidad de algunos cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de inhibición del extracto de chicalote contra el hongo *F. oxysporum*, el extracto se obtuvo de las hojas de chicalote mediante maceración con acetato de etilo y se probaron cinco concentraciones: 20, 40, 60,80 y 100 ppm, empleando el método de dilución del extracto en agar. La concentración de 100 ppm presentó el mayor porcentaje de inhibición (70.74±0.02 %, Tukey P ≤ 0.05). Este resultado sugiere el uso potencial del extracto de *A. mexicana* L. como una alternativa ecológica para el control de la marchitez vascular.

**Palabras clave**— Agricultura orgánica, Biofungicida, Fitopatógeno, Marchitez vascular, Química Verde.

### **Introducción**

En la mayoría de los países en desarrollo, la agricultura se ve obstaculizada por muchas dificultades, incluida la eterna preocupación por los bajos rendimientos y la conservación debido a los patógenos. Entre los patógenos más importantes, los hongos son los que tienen un amplio espectro y son más peligrosos. Son capaces de infectar todos los órganos de las plantas independientemente de su etapa fenológica (Akabassi et al., 2021). Por ejemplo, *Fusarium oxysporum* causa la marchitez vascular, enfermedad responsable de pérdidas de hasta un 60% en los rendimientos. Los primeros síntomas de esta enfermedad son el amarillamiento del follaje, comenzando con la caída de las hojas. Las hojas infectadas posteriormente muestran un encrespamiento bajo, seguidamente se oscurecen y se secan (Ren et al., 2021). Hasta ahora el principal método de control de enfermedades son los fungicidas sintéticos, pero estos ocasionan daños a la salud y al medio ambiente, así como resistencia en los fitopatógenos (Son et al., 2017). Para una solución alternativa respetuosa con el medio ambiente, se han desarrollado biofungicidas. El método consiste en la aplicación de extractos de plantas aromáticas, medicinales y/o arvenses como pesticida biológico. Las ventajas del método son una solución de bajo costo y respetuosa con el medio ambiente (Mongiano et al., 2021).

Algunas plantas arvenses como *Argemone mexicana* contienen sustancias como alcaloides, terpenoides, flavonoides, compuestos fenólicos, compuestos alifáticos de cadena larga y pocos compuestos aromáticos con propiedades antifúngicas, las cuales ya han demostrado su eficacia en el campo agrícola (Hernández-Soto et al., 2022). *Argemone mexicana* L. también conocida como chicalote es una especie ampliamente distribuida en todos los continentes, Además, se ha estudiado en extractos crudos, así como en componentes químicos aislados (Andleeb et al., 2020). Por ejemplo: El extracto acuoso de esta planta tiene actividad antifúngica contra *Sclerotinia sclerotiorum*

<sup>1</sup> La M. en C. Iridiam Hernández Soto es estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias en el Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de bravo, Hidalgo. he245812@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> El Dr. Alfredo Madariaga Navarrete es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. alfredo\_madariaga@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> La Dra. Judith Prieto Méndez es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. jprieto@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> El Dr. Joel Meza Rangel es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. jmeza@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> La Dra. Mariana Saucedo García es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. saucedo@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> El Dr. Gabriel Aguirre Álvarez es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. aguirre@uaeh.edu.mx

<sup>1</sup> El Dr. Antonio Juárez Maldonado es Profesor Investigador del Departamento de Botánica en la Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo, México. antonio.juarez@uaaan.edu.mx

<sup>1</sup> La Dra. Alma Delia Hernández Fuentes es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo. almah@uaeh.edu.mx (**autor correspondiente**)

(Hernández-Soto et al., 2020). En esta investigación se evaluó la actividad antifúngica del extracto de acetato de etilo de *Argemone mexicana* L. contra *Fusarium oxysporum* hongo fitopatógeno que causa la marchitez vascular, enfermedad devastadora en cultivos de interés comercial.

## Material y Métodos

### *Obtención del extracto de Argemone mexicana L.*

Se realizó la colecta de la planta en el municipio de Cuauhtepic de Hinojosa, Hidalgo, el cual se localiza a 20° 09'00" N 98°00" O. La planta se puso a secar bajo sombra, el extracto se obtuvo de las hojas secas por medio de maceración en acetato de etilo durante 15 días. Posteriormente se concentró por medio de un rotavapor (Buchi modelo R-215) (Contreras-Arredondo et al., 2011).

### *Efecto antifúngico en ensayos in vitro por el método dilución del extracto en agar*

Para evaluar el efecto antifúngico del extracto de hojas de chicalote contra el hongo *F. oxysporum* se realizaron los ensayos con cinco concentraciones, 20 , 40 , 60, 80 y 100 ppm al igual que dos testigos que consistieron en medio PDA (testigo uno) y fungicida químico Captan 50 PH (testigo dos) , los ensayos se llevaron a cabo en placas Petri y se aplicó el método dilución del extracto en agar que consiste en realizar una mezcla homogénea entre el medio y el extracto, una vez que la mezcla gelificó se colocaron en el centro de las cajas explantes de hongo de 5 mm de radio y 7 días de resiembra. Las cajas se incubaron a 28 ° C por 7 días. Los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición del crecimiento del hongo de acuerdo a lo reportado por El-Nagar et al., 2020.

### *Análisis de resultados*

Se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y se utilizó una prueba de comparaciones múltiples de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI.I

## Resultados y discusión

Los resultados muestran que *Argemone mexicana* tiene efecto antifúngico en *Fusarium oxysporum* (Figura 1A). La concentración de 100 ppm presentó el mayor porcentaje de inhibición ( $70.74 \pm 0.02$  %) en el primer día mientras que al día siete la inhibición fue de ( $25.22 \pm 0.01$ %), la concentración más baja que se empleó fue 20 ppm y mostró  $36.23 \pm 0.30$  por ciento de inhibición en el primer día, para el final de la evaluación se obtuvo una inhibición del  $10.78 \pm 0.04$  (Figura 1B). La concentración de 60 ppm presentó una inhibición del  $50.11 \pm 0.01$ % con respecto al testigo; En el día dos, la concentración de 100 y 80 ppm fueron estadísticamente iguales, comportamiento similar al día siete de la evaluación. Para el caso del fungicida química se empleó la dosis recomendada por el producto y se obtuvo una inhibición del  $100 \pm 0.00$ % a lo largo de los siete días evaluados. La actividad antifúngica de *Argemone mexicana* puede deberse a la presencia de ácidos aromáticos, ésteres y a su alto contenido total de fenoles y flavonoides (Kushtwar y Tripathy., 2017). De acuerdo con lo reportado por Más et al., 2018 la presencia de alcaloides en esta planta como; dihidrosanguinarina, dihidroqueleritrina, nor-sanguinarina, nor-queleritrina, cop-coptisina, isocoridina, oxihidrastina, ( $\alpha$ ;  $\beta$ )-hidroximetilestilopina, 6-acetonilsanguinarina, criptopina y queilantifolina incrementan su actividad antifúngica. Estos resultados coinciden con lo reportado por Elizondo-Luevano et al., 2020 donde se reportó que los alcaloides son los compuestos predominantes en el chicalote, seguido de los terpenos, compuestos alifáticos de cadena larga y algunos compuestos aromáticos. Se ha reportado la efectividad de los extractos de *A. mexicana* L. contra otros hongos fitopatógenos, Bazie et al., 2014 evaluaron el extracto metanólico y acuoso contra *Colletotrichum Musae*; En esta investigación se reportó una alta inhibición de crecimiento radial y de germinación de conidios con el extracto metanólico. En otra investigación realizada por Mogle., 2013 emplearon extracto acuoso de chicalote para probar su actividad contra: *Aspergillus niger*, *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinera*, *Rhizopus arrhizus*, *Aspergillus flavus*, *Chaetomium brasiliense* y *Rhizoctonia solani*. En este experimento *A. mexicana* logro inhibir el 30% del crecimiento radial de *Rhizopus arrhizus* y *Rhizoctonia solani*.

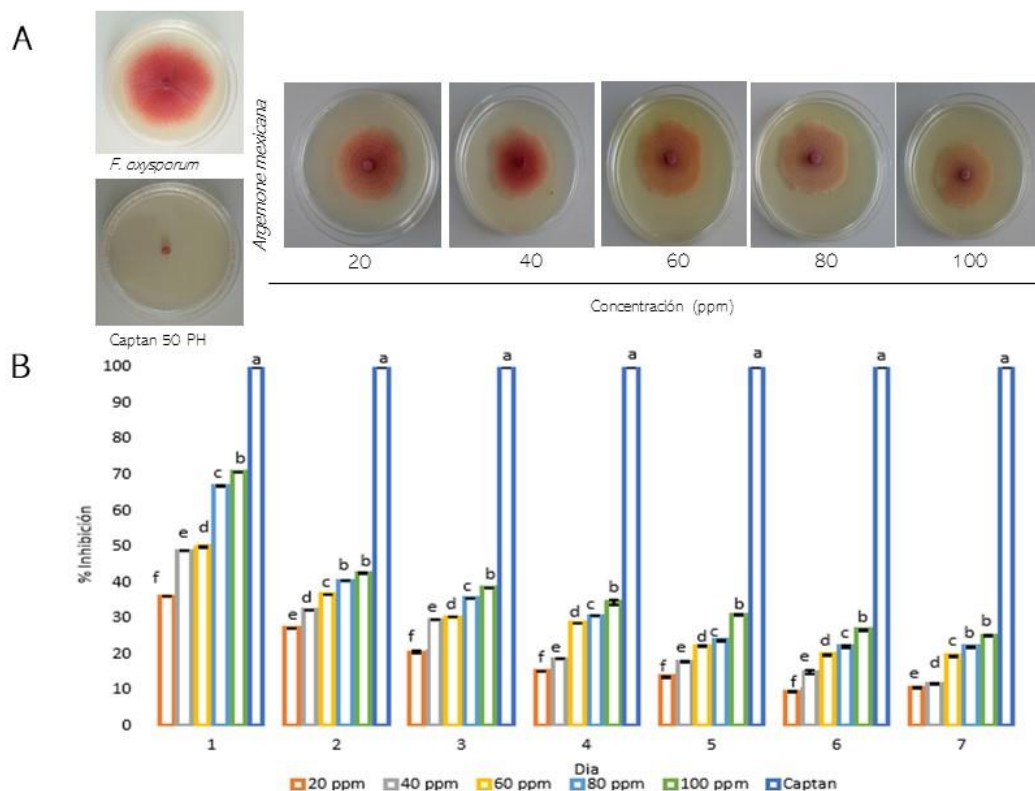


Figura 1 (A) : Actividad antifúngica *in vitro* de *Argemone mexicana* frente a *F. oxysporum* después de 7 días. (B) (%) de Inhibición del crecimiento radial de *F. oxysporum* tras el tratamiento con diferentes concentraciones (20, 40, 60, 80 o 100 ppm). Los resultados se presentan con una desviación estándar de tres repeticiones. Las diferentes letras indican diferencias significativas (Tukey  $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos por día para *F. oxysporum*.

## Conclusiones

El extracto de *Argemone mexicana* en distintas concentraciones muestra actividad biológica, aunque en concentraciones de 100 ppm tiene mayor efectividad en *F. oxysporum*. La inhibición del crecimiento micelial exhibida por él extracto puede deberse a la presencia de alcaloides, ácidos aromáticos, ésteres y a su alto contenido total de fenoles y flavonoides. Por tanto, el uso de *A. mexicana* L. puede ser considerado como una alternativa sustentable y útil para el control de la marchitez vascular.

## Recomendaciones

Es necesario realizar más estudios para aislar los compuestos activos de *Argemone mexicana* con potencial fungicida.

## Referencias

- Akabassi, G. C., Padonou, E. A., Yao, E. J. K., Nakpalo, S., Palanga, K. K., Assogbadjo, B. E. J., y Zirihi, N. G. Extract yield, dilution methods and antifungal potential of fruits of *Picralima nitida* (Stapf.) TA Durand & H. Durand. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2021.
- Andleeb, S., Alsalmeh, A., Al-Zaqri, N., Warad, I., Alkahtani, J., y Bukhari, S. M. *In-vitro* antibacterial and antifungal properties of the organic solvent extract of *Argemone mexicana* L. *Journal of King Saud University-Science*, 32(3), 2053-2058, 2020.
- Bazie, S., Ayalew, A., y Woldetsadik, K. Antifungal activity of some plant extracts against (*Colletotrichum musae*) the cause of postharvest banana anthracnose. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 5(2), 1-4, 2014.

Contreras-Arredondo, M. E., Hernández-Castillo, F. D., Sánchez-Arizpe, A., Gallegos-Morales, G., y de Rodríguez, D. J. Actividad Fungicida de Extractos de *Cowanina plicata* D. Contra *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum coccodes* Wallr. Hunghe. *Revista Agraria-Nueva Epoca-Año VIII-Vol. 8(1)*, 2011.

Elizondo-Luevano, J. H., Verde-Star, J., González-Horta, A., Castro-Ríos, R., Hernández-García, M. E., y Chávez-Montes, A. *In vitro* effect of methanolic extract of *Argemone mexicana* against *Trichomonas vaginalis*. *The Korean Journal of Parasitology*, 58(2), 135, 2020.

El-Nagar, A., Elzaawely, A. A., Taha, N. A., y Nehela, Y. The Antifungal Activity of Gallic Acid and Its Derivatives against *Alternaria solani*, the Causal Agent of Tomato Early Blight. *Agronomy*, 10(9), 1402, 2020.

Hernández- Soto, I., Maldonado-Juárez A., Campos-Montiel, R. G., Aguirre-Álvarez, G., y Hernández-Fuentes, A. D. *Argemone mexicana* contiene metabolitos secundarios que controlan hongos fitopatógenos. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 8(15), 6-10, 2022.

Hernández- Soto, I., Prieto-Méndez, J., Madariaga- Navarrete A., Campos-Montiel, R. G., Jiménez-Alvarado, R., y Hernández-Fuentes, A. D. Actividad biológica *in vitro* del extracto acuoso de *Argemone mexicana* L. en un hongo fitopatógeno: *Sclerotinia sclerotiorum*. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 6(12), 12-14, 2020.

Kushtwar, R. S., y Tripathy, S. Study on antifungal activity of aerial part of *Argemone mexicana* Linn. *World J Pharm Res*, 6(6), 1025-1031, 2017. Más, D., Martínez, Y., Bullaín, M., Betancur, C., y Ruiz, C. Secondary metabolites and *in vitro* antimicrobial activity of roots of Cuban *Argemone mexicana* Linn. *World Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 4(6), 46-51, 2018.

Mogle, U.P. Efficacy of leaf extracts against the post-harvest fungal pathogens of cowpea. *Biosci. Discov*, 4(1), 39-42, 2013.

Mongiano, G., Zampieri, E., Morcia, C., Titone, P., Volante, A., Terzi, V., y Monaco, S. Application of plant-derived bioactive compounds as seed treatments to manage the rice pathogen *Fusarium fujikuroi*. *Crop Protection*, 148, 105739, 2021.

Ren, J., Tong, J., Li, P., Huang, X., Dong, P., y Ren, M. Chitosan is an effective inhibitor against potato dry rot caused by *Fusarium oxysporum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 113, 101601, 2021.

Son, D., Somda, I., Legreve, A., y Schiffers, B. Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26(2), 6, 2017.



# Impacto-Beneficio de la Subcontratación y su Reforma en las Empresas del Parque Industrial de Calera Zacatecas

Fabiola Ibañez Juárez L.C.<sup>1</sup>

**Resumen**—Hoy en día debido a la innovación y a la competencia en la que los negocios se ven involucrados, la mayoría de las empresas recurren a los servicios de subcontratación debido a que es un esquema que reduce costos, impuestos y genera ahorros ya que esto permite aumentar la eficiencia de la productividad. El objetivo general de este trabajo es conocer el impacto-beneficio de la subcontratación y su reforma en las empresas del Parque Industrial de Calera Zacatecas. Se utilizó un enfoque cuantitativo y una metodología descriptiva, prospectiva y observacional. Dentro de los principales resultados se encuentra que el 40% de las empresas del parque industrial utiliza los servicios de subcontratación de personal ya que para ellos supone un ahorro considerable y se benefician con este servicio, aunado a que no tienen la capacitación ni asesoría en torno a la reforma que entrará en vigor y significará nuevas obligaciones en materia de subcontratación.

**Palabras clave**— Subcontratación, Reforma, Beneficios.

## Introducción

En la actualidad algunas empresas orientadas en la búsqueda de la competitividad y el cumplimiento de sus objetivos han optado por la implantación de nuevas técnicas administrativas que les permitan obtener mejores beneficios económicos recurriendo así a la subcontratación de personal como medio de optimización de recursos.

El 23 de abril del 2021 fue publicado en el DOF (Diario Oficial de la Federación) el decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal del Trabajo; de la Ley del Seguro Social; de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda de los Trabajadores; del Código Fiscal de la Federación; de la Ley del Impuesto sobre la Renta; de la Ley del Impuesto al Valor Agregado; de la ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado; de la Ley Reglamentaria de la fracción XIII bis del Apartado B, del artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Entre otras cosas el decreto destaca el 1 de agosto de 2021 como fecha límite para que los corporativos realicen la reestructura de sus plantillas laborales, y tras analizar los requerimientos de la empresa, determinen si realizan la sustitución patronal o dan por concluida la relación laboral con un impacto directo para el trabajador en virtud de la prohibición de la figura de outsourcing. Además, tendrán que inscribirse en el Registro que creará la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, en caso de que haya una empresa contratista que va a prestar servicios u obras especializadas

El principal objetivo de este trabajo es conocer los beneficios que las empresas del Parque Industrial de Calera Zacatecas tienen al contratar los servicios de Outsourcing, y si las mismas, conocen el efecto que tendrá la reforma en materia de subcontratación.

Dentro de las necesidades con las que se enfrentan las empresas para poder sobresalir en el ramo esta la figura de subcontratación, en los últimos años esta figura ha crecido considerablemente debido a los beneficios que representa contar con este servicio para las personas que lo contratan, de acuerdo a los resultados arrojados por el presente trabajo tenemos que aunque tan solo un 45% de las empresas encuestadas ubicadas en el parque Industrial de Calera cuentan con el servicio de Subcontratación, las que cuentan con este servicio nos indican que el principal motivo por el que lo tienen es por el ahorro que significa en la producción. Hoy día las empresas contratan outsourcing porque son un esquema que reduce costos y genera ahorros. Debido al crecimiento industrial en el estado de Zacatecas y siendo el Municipio de Calera uno de los más progresistas del estado en cuanto a la industria se refiere.

<sup>1</sup> Fabiola Ibañez Juárez L.C. Estudiante de la maestría en Derecho Fiscal de la Universidad Autónoma de Fresnillo. (autor correspondiente)

## Metodología

El estudio es de tipo explicativo toda vez que se indaga el cómo las empresas que contratan servicios de outsourcing pueden tener un ahorro en sus recursos económicos.

La investigación básica explicativa es un nivel más complejo, más profundo y riguroso, de la investigación básica, cuyo objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas leyes científico-sociales, de nuevas micro teorías sociales que expliquen las relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales. Trabajan con hipótesis causales, es decir que explican las causas de los hechos, fenómenos, eventos y procesos naturales o sociales. (Paitán, 2014).

### **Clasificación de Montesano (2013)**

- Prospectivo. Toda la información se recogió, de acuerdo con los criterios del investigador y para los fines específicos de la investigación.

### **De acuerdo con el periodo en que se capta la información**

- Esta investigación es un estudio de tipo prospectivo, toda vez que se recogió información para los fines específicos del proyecto de investigación.

### **De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado**

- De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado este proyecto es de tipo transversal, toda vez que solamente se midieron en una ocasión las variables involucradas.

### **De acuerdo con la comparación de poblaciones**

- De acuerdo con la comparación de poblaciones el proyecto es descriptivo, ya que solamente se entrevistó a un solo tipo de población.

### **De acuerdo con la interferencia del investigador en el fenómeno que se analizó**

- De acuerdo con la interferencia del investigador en el fenómeno que se analizó fue observacional porque solo se midió el fenómeno.

El enfoque de dicha investigación es de tipo cuantitativo toda vez que se quiere conocer los beneficios del outsourcing del Parque Industrial de Calera Zacatecas. Citando a Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación cuantitativa nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, nos otorga control sobre los fenómenos, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes de éstos.

Asimismo, nos brinda una gran posibilidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos de tales fenómenos, además de que facilita la comparación entre estudios similares.

Por otro lado, para Ñaupás, Mejía y Novoa (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y por ende tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico. Quintero, Duque, Sánchez, González, Acevedo, Alba, Monsalve, y Martínez. (2004), exponen que el enfoque metodológico de investigación cuantitativo ha cumplido un papel hegemónico en lo relacionado con la investigación social. Su génesis es propia de las ciencias naturales, su paradigma es el positivismo; permite aprehender la realidad considerándola exterior al individuo y como un asunto dirigido por leyes y mecanismos de la naturaleza: “Busca la verdad comprobable científicamente. Una proposición o enunciado tiene sentido sólo si es verificable en la experiencia y la observación, es decir, si existe un conjunto de condiciones de observación relevantes para determinar su veracidad o falsedad” (Galeano, 2004: 13).

Para lograr el cometido de descubrir leyes o principios generales, el investigador que opte por utilizar el enfoque cuantitativo en la investigación debe valerse de sistemas estadísticos representativos; de esta manera, los datos que se obtengan serán conmensurables y podrán contarse

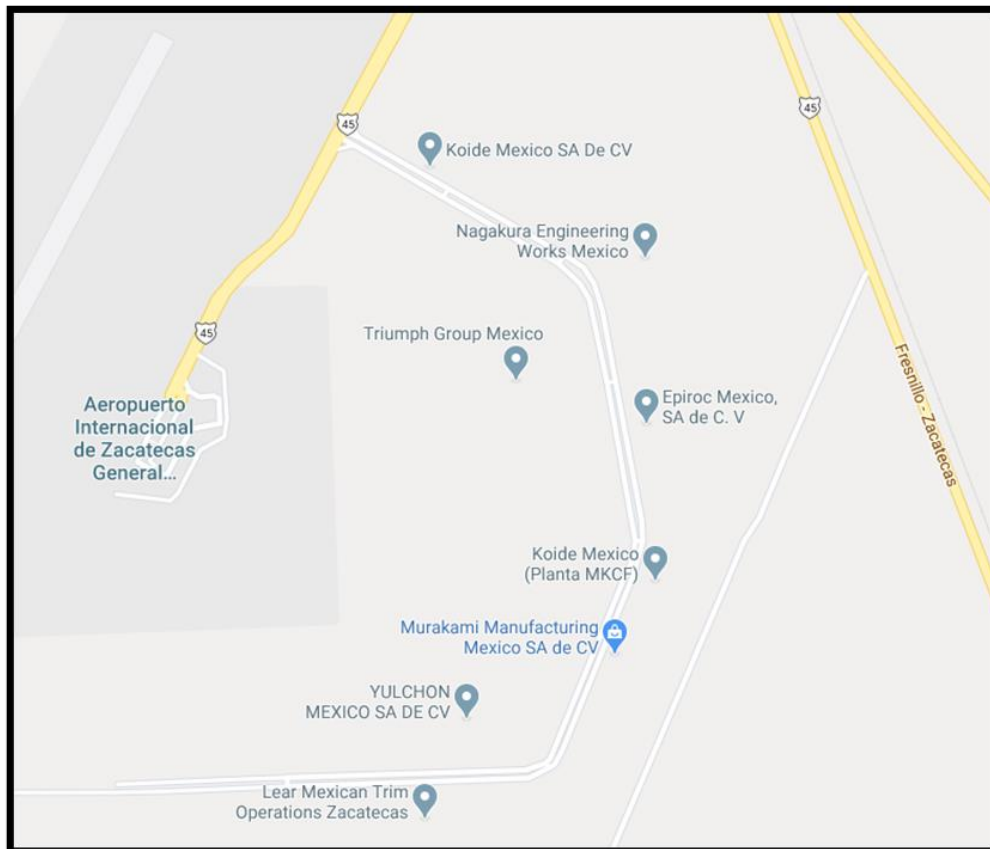
En las técnicas de recolección de información se utilizó un cuestionario, el cual es definido como un conjunto sistemático de preguntas escritas, que están relacionadas con las hipótesis de trabajo Ñaupán, Mejía y Novoa (2014). Se elaboró una cédula con preguntas cerradas de tipo dicotómico y politómico.

Población.

Atendiendo a Sotomayor (2014), Se denomina Población (N) al conjunto de elementos investigables que tienen características comunes.

La población con la que se trabajó fue con las empresas que están ubicadas en el Parque Industrial de Calera Zacatecas, que tienen los servicios de outsourcing, aplicándose encuestas al personal de RRHH de cada empresa ya que al tratarse de un tema del personal el departamento de recursos humanos es el que se encarga de muchas tareas relacionadas con el personal de la empresa.

Figura 1. Mapa de ubicación del Parque Industrial de Calera Zacatecas



Fuente: Google maps

No obstante, a que existen poco más de 10 empresas ubicadas en el Parque Industrial de Calera Zacatecas, solo se aplicaron las encuestas a 4 de ellas en virtud de ser las únicas que respondieron que tienen subcontratado personal.

Para el análisis de los resultados, datos fueron recopilados a través de la herramienta de formularios de Google drive, para después procesarlos en el programa IBBSPSS Saticas 25 y después de ser transformados en información se presentan los resultados a través de tablas y figuras donde se evaluaron los resultados.

## Desarrollo

En 1940 el Outsourcing se originó en los Estados Unidos y se expandió por el continente, el concepto de Outsourcing comenzó a ganar credibilidad al inicio de la década de los 70's enfocado, sobre todo, a las áreas de información tecnológica en las empresas. Las primeras empresas en implementar modelos de Outsourcing fueron gigantes como EDS, Arthur Andersen, Price Waterhouse entre otros.

La subcontratación es una herramienta que las empresas utilizan como estrategia para obtener una ventaja competitiva, siendo indispensable conocer las ventajas y oportunidades que generan en la economía de la región, concretamente en las empresas ubicadas en el parque industrial de Calera Zacatecas.

Es un municipio agricultor, ganadero e industrial que se encuentra en la región centro del Estado de Zacatecas, nombrado el 14 de enero de 1901 por decreto especial a la cabecera municipal se le haya agregado el nombre de Víctor Rosales "Benemérito de la Patria," denominado así por el Congreso Nacional el 14 de enero de 1901.

El término Outsourcing fue creado en 1980 para describir la creciente tendencia de grandes compañías que estaban transfiriendo sus sistemas de información a proveedores, una muestra de la amplitud de su crecimiento es la variedad de empresas que utilizan este servicio, entre las cuales está la Compañía Dominicana de Teléfonos (CODETEL), que fue una de las primeras en implementar esa asistencia. (Almanza y Archundia, 2015).

En México, este proceso tuvo su más clara aparición entre los años sesenta y setenta, cuando las empresas lo empleaban para llevar a cabo actividades secundarias, principalmente en las áreas de limpieza, mantenimiento y vigilancia. No obstante, el verdadero potencial de esta herramienta fue manifestándose paulatinamente, exhibiendo con mayor claridad su capacidad para fortalecer las áreas medulares de la empresa sin descuidar aquellas menos asociadas a su giro.

En consecuencia, el outsourcing fue convirtiéndose en una alternativa recurrente para las empresas mexicanas, las cuales dejaron de limitarse a concesionar áreas de apoyo y decidieron encomendar divisiones más importantes para el correcto funcionamiento de la entidad, incluyendo departamentos como el de finanzas contabilidad, informática, recursos humanos y reclutamiento de personal, logística y distribución, manejo de asuntos legales, entre otros.

El outsourcing al convertirse en una alianza integral no solo ofrece reducción de costos o tiempo dentro de la operación, también le permite a la empresa y al personal enfocarse en sus metas y objetivos acorde a sus funciones principales.

Este proyecto se realiza de acuerdo con la línea de investigación de crecimiento y desarrollo económico; se pretende indagar sobre los beneficios de las empresas que contratan servicios de outsourcing en el Parque Industrial de Calera Zac además conocer si las empresas conocen los cambios fiscales y laborales que les aplican con motivo de la recién reforma en materia de subcontratación.

En los últimos cinco años la subcontratación registró un aumento de 37% en México, lo que representa hoy empleo para 4 millones 128,912 colaboradores, de acuerdo con cifras recientes del Censo Económico del INEGI 2019.

No obstante que existen varias empresas ubicadas en el Parque Industrial de Calera Zacatecas, solo se aplicaron las encuestas a 4 de ellas en virtud de ser las únicas que respondieron que tienen subcontratado personal.

Como se aprecia en la tabla y figura 5.1, respecto al número de empleados directos con los que cuentan las empresas del parque industrial de Calera los datos muestran que el 25% de la población encuestada tiene de 51 a 100 empleados directos, mientras que el 75% tiene más de 100 empleados directos.

Tabla 5.1. Empleados directos

<b>Número de empleados directos</b>		
	N	%
51 a 100	1	25,0%
Más de 100	3	75,0%

Nota: esta tabla muestra el porcentaje de empleados directos que tienen las empresas del parque industrial de Calera.

En la tabla y la figura 5.2, se pueden observar las empresas cuentan con un servicio de outsourcing, el 75% tiene contratada a una empresa de outsourcing mientras que el 25% tiene de 2 a 5 empresas que le brindan estos servicios.

Tabla 5.2. Empresas que cuentan con outsourcing

<b>Empresas contratadas por Outsourcing</b>		
	N	%
1	3	75,0%
2 a 5	1	25,0%

En la tabla y figura 5.3 observamos que un 50% de las empresas cuenta con entre 1 y 10 trabajadores, mientras que el otro 50% tiene de 11 a 50 trabajadores bajo la modalidad de outsourcing.

Tabla 5.3 Empleados de outsourcing

<b>Empleados contratados por Outsourcing</b>		
	N	%
1 a 10	2	50,0%
11 a 50	2	50,0%

La mayoría de las empresas encuestadas son de la industria automotriz y aunque la mayor parte de sus empleados son directos también cuentan con empleados de outsourcing a través de una empresa prestadora de estos servicios, incluso una de las empresas tiene 2 empresas diferentes de outsourcing, incluso tienen entre 2 y 6 años con este servicio.

Según los resultados los empleados no dependientes de la razón social se desempeñan principalmente en áreas de operación, administrativas y de limpieza, siendo esta última el área con los empleados de outsourcing más solicitados.

Las principales razones mencionadas de porque se solicitan los servicios de subcontratación es por la ejecución de tareas no claves y disminución y control de gastos, así mismo las principales ventajas que los contratantes encuentran son la reducción de costos y riesgos, la transformación de sus costos fijos a variables y el ahorro en contribuciones, pero aunque haya ventajas también esto trae algunas desventajas para las empresas como son la falta de lealtad del trabajador, la pérdida de control de los mismos y riesgo de competencia de cierta forma, así que las empresas también tienen que prestar particular atención con estos trabajadores.

Se puede decir que para las empresas contar con un outsourcing representa un reto ya que tienen que prestar particular atención a que la empresa contratista cumpla con los requisitos que menciona la ley, en los resultados obtenidos pudimos corroborar que el 75% de las empresas cuenta con un contrato celebrado de prestación de servicios, aunque el 100% tiene conocimiento de que el outsourcing contratado está debidamente registrado y también tienen pleno conocimiento de que los trabajadores bajo esta modalidad cuentan al menos con las prestaciones mínimas establecidas en la ley.

### **Discusión**

Las empresas encuestadas consideran que el outsourcing es una buena práctica empresarial y el principal motivo para considerar esto es porque para ellos representa un ahorro económico de acuerdo a las necesidades y la perspectiva de cada una de la misma manera consideran que el desempeño de los trabajadores subcontratados en bueno incluso han llegado a contratar directamente algunos de estos debido a su buen desempeño, por lo que no vacilaron al decir que si recomendarían el servicio de outsourcing.

Con la reciente entrada de la reforma de subcontratación el 25% de las empresas aún no tienen el pleno conocimiento de los cambios que se harán mientras que el 75% compartió que ya tienen conocimiento de la mayoría de los cambios y que incluso ya se encuentran trabajando en los cambios que tendrán que hacer para seguir haciendo uso de estos servicios, aunque estos cambios representen para ellos una mayor responsabilidad solidaria.

En resumen podemos decir que con la entrada en vigor de la reciente Reforma viene varios retos y cambios para las empresas que emplean los servicios de outsourcing, pese que al impacto se podrá medir una vez que esté en práctica al 100% la mayoría de las empresas no expresaron la idea de cancelar este servicio, aunque algunos aun no conocen el impacto de la reforma se mostraron interesados a cooperar con estos cambios, dejando en claro que es muy importante proteger al trabajador ya que sin la mano de obra no hay producción.

### **Comentarios Finales**

Como se pudo observar a pesar de los recientes cambios en la Reforma Laboral, esto no afecta de gran modo a las empresas del Parque industrial de Calera ya que aunque no se encuestó al 100% de las empresas las que confirmaron contar con los servicios de contratación no corren el riesgo de detener sus servicios por los cambios, la mayor parte de las empresas cuentan con empleados directos brindando así una mayor seguridad en los trabajadores ya que al ser empleados directos estos gozan de los beneficios en las prestaciones que las empresas ofrecen.

### **Referencias Bibliográficas:**

Aguilera, J. (2019). El outsourcing y su impacto en México. Contaduría Pública, junio 2019, p.60.

Almanza, M. & Archundia, E. (2015). El Outsourcing y la Planeación Fiscal en México. Universidad de Guanajuato: Editado por Servicios Académicos Internacionales para eumed.net.

Werther, w. & Davis, K. (2000). Administración de Recursos Humanos. El Capital Humano de las Empresas. México, D.F.: McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Censos económicos 2014. Resultados definitivos. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2014/doc/pprd\\_ce2014.pd](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2014/doc/pprd_ce2014.pd)

Almanza, M. & Archundia, E. (2015). El Outsourcing y la Planeación Fiscal en México. Universidad de Guanajuato: Editado por Servicios Académicos Internacionales para eumed.net.

# Síndrome de Bournout en los Profesores de Jardín de Niños de Fresnillo, Zacatecas y su Implicación en su Práctica Docente durante el Ciclo Escolar 2021-2022

Lic. en Psic. Clínica Carmen Rocío Ibarra González<sup>1</sup>

**Resumen**— El presente estudio busca identificar si los docentes de nivel preescolar del municipio de Fresnillo, Zacatecas sufren alguna afectación por Síndrome de Burnout, o si en su efecto padecen algún síntoma psicósomático derivado del estrés laboral, el cual pueda estar afectando su práctica docente. Esto se llevó a cabo a través de un estudio cuantitativo no experimental, utilizando una metodología correlacional, una muestra de 67 docentes de ambos sexos, con la aplicación de dos escalas validadas y estandarizadas en México, EDO Escala de Desgaste ocupación (Burnout) de Jesús Felipe Uribe Prado y escala de Práctica Docente del Instituto Tecnológico de Sonora. Los principales resultados muestran que: Los resultados arrojan niveles muy bajos de afectación en los docentes por Síndrome de Burnout. De los docentes con diagnóstico de Síndrome de Burnout el 50% presenta afectación en por lo menos uno de los rubros para práctica docente.

**Palabras clave**—Síndrome de Burnout, Docentes, Práctica docente, Estrés Laboral

## Introducción

La importancia de esta investigación radica en que en la actualidad el estrés laboral es una de las afectaciones que más genera consecuencias psicológicas en los trabajadores a nivel mundial. Cuando hablamos de estrés laboral es importante entender de qué estamos hablando para diferenciarlo del estrés cotidiano, entendiendo por este como la reacción del trabajador ante las demandas y presiones laborales las cuales no se ajustan a sus conocimientos, capacidades así como lo ponen a prueba ante esta situación (Patlan,2019).

Según la OMS (2004) un trabajador estresado suele ser más enfermizo, menos productivo y con menor seguridad laboral, así como presentar consecuencias a nivel corporativo ya que las empresas con trabajadores afectados suelen ser menos competitivas. Dentro de las investigaciones e informes de Organización Mundial de la Salud podemos descubrir que México se encuentra a nivel mundial con la tasa más alta de trabajadores afectados por el estrés laboral con un 75% de su fuerza laboral bajo tales condiciones, solamente seguido por China con 73% y Estados Unidos con 53%.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) realiza un cálculo en relación a pérdidas ocasionadas por el estrés laboral, las cuales representan entre 0.5% y 3.5% del Producto Interno Bruto de los países. En México, las mermas económicas suponen entre los 5,000 y 40,000 millones de pesos al año, reflejando las pérdidas millonarias en las empresas. Rodríguez, Roque y Molerio (2002) señalan que estas afectaciones originadas por el estrés no solo se proyectan dentro del ámbito laboral, sino en la mayoría de las esferas del trabajador (familia, amigos, pareja). Éste se ve sobrepasado por las exigencias que demandan una gran cantidad de recursos (fisiológicos, cognitivos y conductuales), las consecuencias pueden ser momentáneas debido a alguna etapa dentro del entorno laboral ya que el organismo tiene capacidad para recuperarse, o por el contrario, volverse crónico y producir trastornos psicofisiológicos, al estar ligadas con las funciones cotidianas del trabajador.

Cuando se llega a esta situación en que no se ha controlado el nivel de estrés laboral que está afectando al trabajador y generando un estado crónico estaríamos hablando ya de una afectación mucho más compleja y evolucionada del estrés laboral, llamado Síndrome de Burnout, aunque este fenómeno está relacionado comúnmente con los trabajadores que tienen relación directa con otras personas como lo serían trabajadores del sector salud, hotelería, justicia, seguridad, servicios sociales y educación, se ha detectado que este se está presentando en otros profesionales (Méndez, 2004).

El síndrome de Burnout definido como una respuesta inadecuada al estrés crónico, cuyas características son: despersonalización, agotamiento emocional y baja realización personal (Quintero, et. al., 2014), es una afectación que ha cobrado relevancia en la actualidad por las consecuencias que provoca tanto en el trabajador como en las instituciones y en los receptores de servicio, lo cual genera un impacto importante a nivel de salud pública y pérdidas económicas.

Pines y Aronson (1988, citado en Saborío e Hidalgo, 2015) señalaron que cualquier tipo de profesional podría padecer el Síndrome de Burnout, no solo los profesionales de la salud. En la actualidad se ha detectado este fenómeno en un amplio sector de trabajadores que no habían sido estudiados de manera más específica. Entre ellos la docencia, ya que su función representa una de las profesiones con mayor impacto en el desarrollo humano (Cardozo, 2016).

<sup>1</sup> Lic. en Psic. Clínica Carmen Rocío Ibarra González. Alumna de la Maestría en Educación de la Universidad Autónoma de Fresnillo. ([crocio\\_ibarrag@hotmail.com](mailto:crocio_ibarrag@hotmail.com)).

Rascón, Caballero y Espinoza (S.F.) mencionan que el gremio docente se ha visto afectado por el síndrome de Burnout de manera significativa a nivel mundial por la naturaleza de su quehacer, sobre todo en países Europeos. En México la Universidad de Guadalajara ha llevado a cabo estudios en docentes de alumnos especiales y de la Universidad del Valle de Atemajac, observando la poca incidencia de población docente preescolar.

Las pocas investigaciones realizadas en profesores de nivel preescolar nos dan un panorama sobre los niveles de estrés crónico y síndrome de Burnout que viven los docentes de este nivel, un ejemplo de esto lo plasma Mejía (2018), dentro de una investigación en el Centro de Desarrollo infantil de Guayas, Perú en el cual encontró que el 29% de los docentes pertenecientes a este centro educativo presenta un nivel alto de Síndrome de Burnout, el 57% nivel medio y el 14% nivel bajo. Considerando que los puntajes elevados de docentes que presentan un nivel medio de afectación muy probablemente pueden elevarse sino se intervine de manera eficaz.

Recientemente Salcedo et. al. (2010), en una muestra de docentes de preescolar encontraron que el 88% de los docentes encuestados muestran alguna dimensión de la escala Maslach “Quemado”, la cual mide el nivel de afectación del profesorado, donde el 35% presentaba agotamiento emocional, 20% despersonalización y un 80% baja realización profesional, tomando en consideración que estas son las principales afectaciones del síndrome de Burnout, poniendo como referencia que estos altos niveles pueden estar presentes en más profesores de los que creemos.

Las investigaciones que tiene por objeto a los docentes de preescolar son relativamente pocas sobre todo en nuestro país, por lo tanto es importante aumentar las muestras que nos permitan determinar la afectación real que se está presentando en esta población, ya que generalmente existe un estigma en relación al trabajo que realiza profesor de preescolar, el cual al trabajar con niños pequeños muchas veces se considera genera menor estrés, sin tomar en cuenta la demanda de atención que estos requieren, así como mayor responsabilidad, atención de necesidades fisiológicas entre otras (Galván et al., 2010).

La importancia de la identificación del padecimiento del síndrome de Burnout en docentes de preescolar radica en que sus síntomas no solo generan consecuencias a nivel del propio docente, sino puede tener repercusiones en su práctica docente, esto debido a que algunos síntomas como la desvalorización y fracaso pueden tener un impacto importante en como el docente imparte su clase (Cárdenas, Méndez y González, 2014). Lo que podría tener una importante correlación entre ambos fenómenos.

### Descripción del Método

Se trata de un estudio con un enfoque cuantitativo el método utilizado es el denominado correlacional, la población con la que se trabajó fue con docentes de Jardín de Niños de las zonas, 06, 08 y 26 de Fresnillo, Zacatecas, la muestra fue de 67 docentes. Se utilizó como herramientas de recolección de información la Escala EDO Escala de Desgaste Ocupacional de Jesús Felipe del Prado, la cual valora tres síntomas principales que se consideran base para el diagnóstico de mencionado síndrome los cuales son Agotamiento, Despersonalización e insatisfacción de logro, y síntomas somáticos que pueden aparecer junto con el Burnout o en su caso sin el diagnóstico como tal de este, trastornos del sueño, psicosexuales, gastrointestinales, Psiconeuróticos, dolor, indicador de ansiedad e indicador de depresión; además, del Instrumento de Evaluación de Práctica Docente del Instituto Tecnológico de Sonora, el cual evalúa tres dimensiones de la práctica docente, las cuales son planificación de clase, impartición de clase y evaluación.

### Resultados

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se estudió la posible prevalencia de Síndrome de Burnout en docentes de jardín de niños de las zonas 06, 08 y 26, pertenecientes al municipio de Fresnillo, Zacatecas México, así como si estos presentan algún síntoma somático derivado del estrés laboral y si estas afectaciones a nivel de salud mental tienen una injerencia en su práctica docente. Para llevar a cabo dicho análisis se tomó una muestra de 67 docentes de ambos sexos de los cuales el 82.4 % son del sexo femenino siendo una mayoría, en comparación con el 17.6% del sexo masculino. La tabla 1 muestran los resultados de los docentes con síntomas psicósomáticos aun en ausencia de Síndrome de Burnout.

Calificador	Trastorno Sueño	Trastornos Psicosexuales	Trastornos Gastrointestinales	Trastorno Psiconeuróticos	Trastorno Dolor	Indicador Ansiedad	Indicador Depresión
	1.49%	0	0	1.49%	0	0	0



Muy Bajo							
Bajo	37.31%	14.92	22.38%	22.38%	19.40%	0	11.94%
Abajo del Término Medio	31.34%	17.91%	41.79%	37.31%	31.34%	43.28%	32.83%
Término Medio	0	4.47%	7.46%	7.46%	4.47%	10.44%	1.49%
Arriba del Término Medio	22.38%	25.37%	13.43%	22.38%	29.85%	22.38%	38.80%
Alto	2.98%	16.41%	13.43%	4.47%	10.44%	16.41%	11.94%
Muy Alto	4.47%	20.89%	1.49%	4.47%	3.47%	7.46%	2.98%

Tabla 1. Docentes con síntomas Psicosomáticos.

En relación a los resultados de diagnóstico de Síndrome de Burnout encontramos como se observa en la tabla 2, puntajes muy bajos de afectación en los docentes por Síndrome de Burnout, el 47.76% de los sujetos de análisis muestran un Desgaste Ocupacional Bajo o “Sano”, es decir, casi la mitad de la muestra se encuentra dentro de los parámetros normales. El 22.38% muestra un desgaste ocupacional alto es decir en peligro de presentar Síndrome de Burnout, el 20.89% desgaste ocupacional regular normal y el 8.95% con diagnóstico de desgaste ocupacional muy alto o Quemado, es decir con Síndrome de Burnout.

Suma	Fase Leiter	Diagnostico Modelo Leiter	Porcentaje
3	Fase 1	Desgaste Ocupacional Bajo “Sano”	47.76%
4	Fase 2	Desgaste Ocupacional Regular “Normal”	20.89%
5 y 6	Fase 3	Desgaste Ocupacional Alto “En peligro”	22.38%
7	Fase 4	Desgaste Ocupacional Muy Alto “Quemado”	8.95%

Tabla 2. Docentes con diagnóstico de Síndrome de Burnout.

Así mismo de los sujetos que presentaron diagnóstico de Síndrome de Burnout el 50% presenta niveles altos de afectación en por lo menos uno de los tres indicadores para práctica docente, lo cual no indica que puede presentarse un impacto importante en la práctica profesional de los docentes que se ven afectados por Síndrome de Burnout (Tabla 3).

Sujeto con Síndrome de Burnout	Indicador Práctica Docente	Porcentaje	Diagnostico
Sujeto 16	Planificación de clase	36%	Sin afectación en práctica docente
	Impartición de clase	38%	Sin afectación en práctica docente
	Evaluación	26%	Sin afectación en práctica docente
Sujeto 34	Planificación de clase	34%	Sin afectación en práctica docente

	Impartición de clase	25%	Sin afectación en práctica docente
	Evaluación	28%	Sin afectación en práctica docente
Sujeto 36	Planificación de clase	47%	Afectación normal
	Impartición de clase	48%	Afectación normal
	Evaluación	48%	Afectación normal
Sujeto 48	Planificación de clase	61%	Afectación alta
	Impartición de clase	30%	Sin afectación en práctica docente
	Evaluación	33%	Sin afectación en práctica docente
Sujeto 53	Planificación de clase	62%	Afectación alta
	Impartición de clase	39%	Sin afectación en práctica docente
	Evaluación	45%	Afectación normal
Sujeto 55	Planificación de clase	63%	Afectación alta
	Impartición de clase	50%	Afectación media
	Evaluación	61%	Afectación alta

Tabla 3. Docentes diagnosticados con síndrome de Burnout y nivel de afectación en su práctica docente.

### Conclusiones

Los resultados del presente estudio nos llevan a la conclusión de que los docentes de preescolar pertenecientes a las zonas 06, 08 y 26 oriundas del municipio de Fresnillo, Zacatecas presentan síntomas psicósomáticos por arriba del término medio en indicadores de ansiedad y depresión siendo esta última la que mayor nivel estadístico arroja así como trastornos psicosexuales de dolor y sueño, es decir, aunque no se cumplan los criterios para Síndrome de Burnout, esto no descarta que los docentes se vean afectados en menor o mayor medida por el estrés laboral. Estos síntomas presentes en niveles significativos nos indican la presencia de afectación a nivel de salud mental en mayor o menor medida en los profesores.

Estos resultados no son para nada alentadores ya que indican que los docentes muchas veces sin ser conscientes de su propia afectación pueden presentar síntomas altos tanto en aspectos psicológicos como los arrojados en torno a indicadores de Depresión y Ansiedad como físicos, y que pueden estar ligados con altos niveles de estrés lo que hace más difícil tanto su prevención como detección y tratamiento.

En relación a los docentes que cumplen los criterios para Síndrome de Burnout los resultados muestran niveles bajos representando menos del 10% de la muestra total, lo cual puede indicar que estos docentes han desarrollado estrategias que les permitan afrontar de manera adecuada los altos niveles de estrés a los cuales se pueden enfrentar día con día, claramente esto no indica que estén libres de cualquier sintomatología relacionada con el estrés laboral, solamente que estos no han escalado hasta el punto de "Quemarse".

De los docentes afectados por Burnout el 50% de estos arrojan algún tipo de afectación alta en al menos uno de los tres indicadores para medir práctica docente, lo que nos indica que puede haber una relación entre el diagnóstico y la práctica profesional de los profesores ya que el síntoma los indicadores para diagnóstico de Síndrome de Burnout (Agotamiento, Despersonalización e Insatisfacción de logro) está altamente relacionados con la práctica profesional y el trato hacia el alumno.

Así mismo se debe tener en consideración que aunque la estadística de docentes afectados por Síndrome de Burnout no es alta, si se debe prestar atención a los profesores que está en peligro de ser afectados, ya que las

estadísticas de aquellos que son proclives a presentar mencionado síndrome si se considera significativo para este estudio ya que representa el 22.38% de la muestra total. Lo cual indica que la sintomatología presentada por estos profesores fácilmente puede evolucionar a la presencia y diagnóstico de Burnout ya que están por debajo del punto de corte para su diagnóstico, indicando que hay altas posibilidades de aumentar su presencia sino se emplean programas preventivos para disminuir tal sintomatología generando un aumento no solo en las afectaciones en salud mental en los docentes, sino en su repercusión en la práctica de estos en las aulas.

Estos resultados nos llevan a deducir la importancia de la introducción de temas en salud mental enfocados en los docentes ya que estos están relegados en torno a este factor tan importante, no solo para la vida del docente sino para su propio desarrollo profesional que genera un impacto importante a nivel social en el país. La importancia de la implementación de programas de detección, preventivos y que ofrezcan tratamiento a los profesores con la finalidad de mejorar su calidad de vida.

### Recomendaciones

Se sugiere a otros investigadores que deseen continuar con este trabajo se aumente la muestra para identificar si los resultados obtenidos aquí son en relación a esta o si interfieren otros factores como el área geográfica en que el docente lleva a cabo su práctica, así como variables que pueden ser interesantes de estudiar cómo los años de servicio, el sexo y el estado civil, y si estos proveen de herramientas psicológicas al docente, entre otros que pueden interferir en la aparición de síntomas de Burnout con más o menos impacto en el gremio docente.

De igual manera retomar la NOM 035-STPS-2018, Norma Oficial Mexicana de Riesgos Psicosociales en el Trabajo, con la finalidad de identificar si la Secretaría de Educación sigue las indicaciones para la aplicación de esta norma y si esta tiene algún tipo de injerencia en los resultados de estudios posteriores. Así como tener en consideración el desarrollo de programas preventivos en salud mental para aquellos docentes afectados o en peligro de sufrir afecciones por el Síndrome de Burnout, ya que esto puede ayudarlos a identificar la raíz de sus síntomas así como de herramientas para hacer frente a estos.

### Referencias Bibliográficas:

- Cardozo, L.A. (2016). El Estrés en el Profesorado. *Revista de Investigación Psicológica*, 15. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-30322016000100006](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322016000100006)
- Galván, M. et al. (2010). Factores psicosociales y síndrome Burnout en docentes de nivel preescolar de una zona escolar de Guadalajara, México. *Revista de Educación y Desarrollo*, 14. Recuperado de [https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu\\_desarrollo/anteriores/14/014\\_Galvan.pdf](https://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/14/014_Galvan.pdf)
- Gálvez, C. A., Gutiérrez, L. R., & Caycho-Rodríguez, T. (2020). Inteligencia emocional y Burnout en docentes de educación inicial de Ayacucho. *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, 10(2), 30-45. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467662252004>
- Gonzales, R. R., Doval, Y. R., & Pérez, O. M. (2002). Estrés Laboral, consideraciones sobre sus características y formas de afrontamiento. *Revista Internacional De Psicología*, 3(01), 1-19. <https://doi.org/10.33670/18181023.v3i01.13>
- Méndez, J. (2004). Estrés Laboral y Síndrome de Burnout. *Acta pediátrica de México*, 25 (5). Recuperado de <http://repositorio.pediatría.gob.mx:8180/handle/20.500.12103/1814>
- Organización Mundial de la Salud. (2004). La organización del Trabajo y el Estrés. Recuperado de [https://www.who.int/occupational\\_health/publications/en/pwh3sp.pdf](https://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh3sp.pdf)
- Ramírez, J. A., Araiza, A., & Anaya, E. (2017). Síndrome de Burnout en Docentes. *IE Revista de Investigación Educativa de la Riediech*, 8 (14). Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5216/521653267015/index.html>
- Rascón, A.M., Caballero, R.C., & Espinoza, F. (S.F.). Riesgos Psicosociales en el Trabajo Docente. *XVI Congreso Internacional sobre Innovaciones en Docencia e Investigación en Ciencias Económico Administrativas*. México. Recuperado de <http://www.fca.uach.mx/apcam/2014/04/04/Ponencia%20130-UNISON-Navojoa.pdf>
- Reyna, M. (2019). *Síndrome de Burnout y compromiso organizacional de docentes del Centro de Desarrollo Infantil Guayanas 2018*. [Tesis de Maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53984>
- Rodríguez, M. C., Hinojosa, L. M. M., & Ramírez, M. T. G. (2014). Evaluación del desempeño docente, estrés y Burnout en profesores universitarios. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(1). Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/aie/v14n1/a05v14n1.pdf>
- Saborío, L., & Hidalgo, L.F. (2015). Síndrome de Burnout. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32 (1). Recuperado de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152015000100014](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152015000100014)

## Extracción en Fase Sólida Dispersiva Utilizando Sólidos Modificados con Aminas para la Determinación de Sulfametoxazol en Leche

Gabriela Islas Guerrero<sup>1</sup> y José Antonio Rodríguez Ávila<sup>2</sup>

**Resumen**—El desarrollo de una metodología analítica para la determinación de residuos de antibióticos en muestras de leche mediante extracción en fase sólida dispersiva (DSPE) la cual favorece el contacto analito-fase sólida proporcionando un mayor rendimiento en la extracción. El uso de sólidos con grupos amida mediante DSPE, supone una contribución importante al tratamiento de muestras complejas. Es por ello que el presente trabajo evalúa el sólido sintetizado con amidas secundarias butilamida y fenilamida para la determinación de sulfametoxazol mediante DSPE-CE en muestras de leche. Para ello se realizó un diseño Taguchi, encontrándose a través de un análisis de medias las condiciones óptimas en la extracción de sulfametoxazol, para la butilamida fueron: cantidad de sólido 150 mg, volumen de muestra 3 ml, concentración de eluyente 0.1 M (ACN-NaOH) y un volumen de elución 1 ml. Para la fenilamida fueron: cantidad de sólido 100 mg, volumen de muestra 1 ml, concentración de eluyente 0.001 M (ACN-NaOH) y volumen de elución 1.0 ml. Bajo estas condiciones óptimas se encontraron LOD de 4.52 y 10.0 mg L<sup>-1</sup> para butilamida y fenilamida.

**Palabras clave**—Extracción en fase sólida dispersiva, sulfametoxazol, aminas y leche.

### Introducción

El uso de antibióticos como promotores del crecimiento en animales destinados al consumo humano representan una práctica frecuente, dentro de los antibióticos más usados con esta finalidad se encuentran las sulfamidas, este grupo de antibióticos sintéticos desempeñan un papel importante en la medicina y veterinaria (Wen et al. 2005). Su aplicación indiscriminada puede dar lugar a residuos en los productos alimenticios derivados de animales, provocando alergias, debido a ello, se han desarrollado diversas metodologías analíticas para la determinación de residuos (Delgado Zamarreño et al. 2012).

Los métodos de preparación de muestras de leche durante el desarrollo de una metodología analítica para la determinación de residuos de antibióticos representa un reto, ya que la matriz es compleja y requiere en muchas ocasiones varias etapas durante el pretratamiento de la muestra como la precipitación de proteínas disminuyendo el valor del pH o adicionando disolventes orgánicos como metanol o acetonitrilo, filtración y centrifugación, mientras que la etapa de pre-concentración involucra sistemas como: extracción líquido-líquido (LLE), extracción en fase sólida (SPE) y extracción en fase sólida dispersiva (DSPE) (Zhang et al. 2013), por lo que la preparación de la muestra es un punto crítico en el análisis de residuos.

La extracción en fase sólida es la técnica con mayor aplicación en el análisis de residuos de antibióticos en alimentos, la cual se basa en el paso de la muestra a través de un soporte sólido extractante contenido en un cartucho, donde se retienen los analitos que posteriormente se eluyen con un disolvente adecuado. Una manera de mejorar la retención del analito es adicionar de la fase extractante a la muestra para formar una dispersión, de esta manera se favorece el contacto analito-fase sólida proporcionando un mayor rendimiento en la extracción de los mismos y un menor tiempo de tratamiento. Esta modalidad de separación se denomina extracción en fase sólida dispersiva. El uso de la DSPE posee la ventaja de ser un método de extracción y limpieza a microescala, la cual es una alternativa de pre-concentración de diversos analitos en diversas matrices (Fagerquist et al. 2005).

Este tipo de fases estacionarias con interacciones mixtas, se han aplicado al análisis de compuestos polares como carbohidratos, péptidos, y algunos fármacos (Aturki et al. 2011). Actualmente, se tiene poca información sobre el uso de sílice modificada con grupo amidas para la determinación de residuos de sulfametoxazol (SMX) mediante DSPE. Es por ello que el presente trabajo evalúa los sólidos sintetizados con amidas secundarias como: butilamida, ciclohexilamida y fenilamida para la determinación de residuos de sulfametoxazol mediante DSPE y electroforesis capilar (CE) en muestras de alimentos con el objetivo de lograr una separación rápida, simple y efectiva, sin ocasionar pérdidas significativas de los analitos.

### Metodología experimental

#### Síntesis de fases estacionarias

<sup>1</sup> Área de Agroindustrial, Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Domicilio Conocido, 42640 Tepatepec, Hidalgo, México [gislas@upfim.edu.mx](mailto:gislas@upfim.edu.mx) **autor corresponsal**

<sup>2</sup> Área Académica de Química, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carr. Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, 42076, Pachuca, Hidalgo, México [jara.uaeh@gmail.com](mailto:jara.uaeh@gmail.com)

La síntesis de las fases estacionarias partió de sílice comercial (MERCK KGaA) previamente activada. La sílice activada se mezcló con 20 ml de tolueno anhidro, 0.8 ml de trietilamina y 5.0 ml de 3-(aminopropil)trimetoxisilano (APTMS), la mezcla de reacción se calentó a reflujo durante 24 h. La sílice se filtró y lavó con etanol. El sólido se secó a 60°C durante un día. Una vez secó el sólido se mezcló con 50 ml de una solución de acrilato de metilo-metanol (1:1, v/v) y se calentó a 60°C durante 5 h. Posteriormente se hace reaccionar con 40 ml de una solución de aminas primarias en metanol (1:1, v/v). La mezcla se coloca en un baño a 60°C durante 12 h. Los productos se lavaron con metanol para obtener grupos amida con diferentes cadenas alifáticas (Xu et al. 2013).

#### *Análisis mediante electroforesis capilar*

Al inicio de cada día de trabajo el capilar se activa mediante la siguiente secuencia: 20 min con NaOH 1.0 M a 25°C, seguido de 10 min NaOH 0.1 M, 10 min agua desionizada y por último 15 min de la solución electrolito. El capilar se lava entre cada análisis con: 3 min NaOH 1.0 M, 1 min NaOH 0.01 M, 1 min agua desionizada y 2 min de la solución electrolito y 10 min de análisis entre cada muestra, las condiciones de separación encontradas fueron: Una longitud del detector ( $\lambda$ ) de 214 nm. Las muestras son inyectadas en modo hidrodinámico con una presión de 0.5 psi durante 5 s. El capilar se mantiene a 25°C, voltaje de separación de 15 kV. La relación de área de pico analito/estándar interno (EI) fue empleada en la cuantificación. Los diferentes picos fueron identificados por sus tiempos de migración, por su espectro UV. El electrolito empleado en la separación de SMX, consiste en una solución amortiguadora de fosfatos (30 mM, pH 7.0)

#### *Tratamiento de la muestra*

La sulfamida utilizada para evaluar el sistema de extracción es sulfametoxazol (SMX), preparado en metanol, las muestras de leche se trataron mediante la siguiente metodología: en un primer paso se adiciona 1.0 ml de la muestra de leche en un tubo de polipropileno. Una vez adicionada la muestra, se llevó a cabo la precipitación de proteínas presentes en la matriz analítica mediante la adición de 5.0 ml de metanol, la mezcla obtenida se agita mediante un vórtice durante 3 minutos y se centrifuga 3700 rpm durante 25 min. El sobrenadante obtenido se diluye en una proporción 1:1 v/v con agua desionizada y se adiciona SMX (50 mg L<sup>-1</sup>) como se muestra en la Figura 1. El pH de la solución se ajusta a 4.0 adicionando HCl (1.0 M) y se lleva a un volumen final de 10 ml.

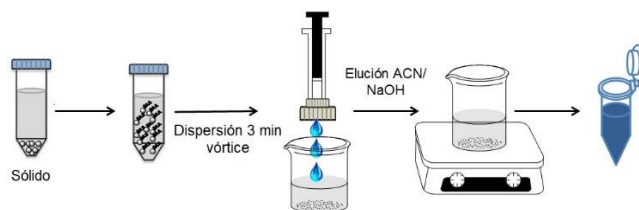


Figura 1. Tratamiento de la muestra mediante DSPE.

#### *Análisis mediante extracción en fase sólida dispersiva*

La metodología propuesta DSPE se realiza mediante la siguiente secuencia: 0.15 a 0.2 g de sólido (con grupos butil, ciclohexil y fenil amida) se añade en tubos de centrifuga de polipropileno. Posteriormente de 3 a 5 ml de la muestra se añade al tubo de centrifuga que contiene el sólido, la suspensión se dispersa durante 3 min mediante un vórtice, transcurrido el tiempo de agitación se filtra a través de membranas de Nylon de 0.45  $\mu$ m, aislando el sólido junto con los analitos adsorbidos. El SMX adsorbido es extraído del sólido con NaOH (0.001-0.1M) en acetonitrilo a través de la membrana. La solución resultante se evapora a sequedad con calentamiento moderado, posteriormente el residuo se reconstituye en 1 ml de metanol:electrolito soporte (1:1 v/v), como estándar interno se utilizó fenilalanina a una concentración de 50 mg L<sup>-1</sup>, para su posterior análisis mediante CE.

#### *Resultados*

#### *Condiciones de análisis en la muestra*

Con la finalidad de establecer los parámetros en la extracción de SMX en la preparación de la muestra se evaluó el porcentaje de metanol contenido en la muestra y el efecto del pH, debido a que juegan un papel importante

en la extracción y aislamiento de SMX como se muestra en la Figura 2. La eficiencia de la extracción disminuye cuando el volumen de metanol es menor del 50%. Esto se debe a que necesita un mayor volumen de metanol para favorecer la dispersión y la solubilidad del sólido formado con este tipo de muestra. Por lo tanto, 50 % de metanol fue seleccionado como volumen ideal para lograr una extracción adecuada del analito. La dependencia del pH juega un papel importante en la extracción y el aislamiento de las sulfamidas en matrices complejas como la leche. La existencia de diversos grados de ionización para las sulfamidas se relaciona con sus constantes de disociación ácidas (pKa). Los valores de pKa para el SMX son de 1.49 y 5.48, esto indica que a valores de pH por debajo de 1.49 se encuentra en su forma catiónica, su estado neutro se encuentra comprendido entre 1.49-5.41 y a pH por arriba de 5.41 el SMX se encuentra en su forma aniónica. Para evaluar el efecto del pH y la hidrofobicidad, los experimentos de retención se llevaron a cabo en un intervalo de pH 4.0 a 10.0, como se muestra en la Figura 2, a un pH de 4 la molécula de SMX demuestra una elevada afinidad del absorbente en su estado neutro que por su forma protonada o desprotonada, lo que indica solo su interacción con la fase sólido además se tiene un mayor porcentaje de extracción.

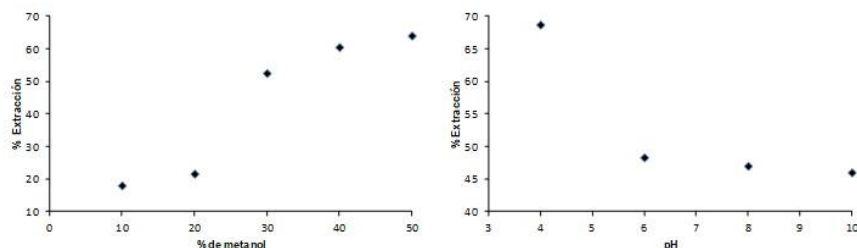


Figura 2. Efecto del % metanol y pH sobre la recuperación en la extracción. Condiciones: Butilamida 0.01g; SMX 50 mg L<sup>-1</sup>, volumen de muestra 2 ml.

Una vez que se tienen las condiciones adecuadas para la extracción de SMX en leche, se evalúa el uso de diferentes solventes para la elución del SMX contenido en el sólido se utilizó: metanol, metanol-NaOH, metanol-ácido acético, acetonitrilo, acetonitrilo-NaOH, (concentración de NaOH y ácido acético 0.01 mol L<sup>-1</sup>). En la Figura 3 se muestra los % de recuperación para cada uno de las disoluciones cuando se trabaja con MeOH-ácido acético se encuentra entre una recuperación del 70% en estas condiciones se encuentra el SMX en su forma neutra, así como el sólido esto tiene una buena interacción para eluir al SMX del sólido, mientras que cuando se utiliza acetonitrilo-NaOH se tiene un 83% de recuperación, esto se debe que a valores por encima de su pKa adquiere carga negativa debido a los grupos hidroxilo de la sílice, provocando una repulsión electrostática entre el sólido y el SMX. Este efecto explica el uso de una solución de ACN-NaOH 0.1 mol L<sup>-1</sup> como eluyente durante la pre-concentración del SMX.

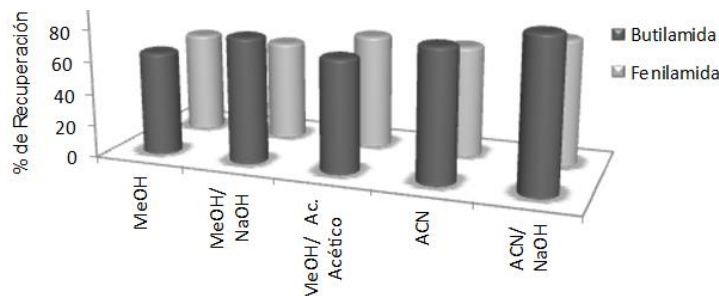


Figura 3. Efecto de condiciones de elución para la recuperación de SMX.

Teniendo en cuenta las condiciones adecuadas para la extracción del SMX en la muestra, se utiliza un diseño de parámetros Taguchi (TPD) para evaluar los factores de control que tienen una influencia significativa en la elución del SMX.

#### Optimización del método DSPE

El TPD permite discriminar los efectos de los factores de control, los factores incontrolables, y el ruido aleatorio, permitiendo evaluar simultáneamente los niveles con un menor número de experimentos. Para ello utiliza una serie de matrices de diseño especiales (arreglos ortogonales) en las cuales las columnas (los factores y sus interacciones) y las filas (experiencias) son colocadas de manera adecuada, indicando la combinación de factores y niveles de cada experimento, permitiendo además la evaluación de distintos parámetros con un número bajo de

experiencias (Gutiérrez, 2008). El arreglo ortogonal que permite el análisis de cuatro factores  $L_9(3^4)$ , esto involucra el elegir 3 niveles para cada uno de ellos.

Las variables optimizadas fueron la relación entre la masa del sólido (100-200 mg), volumen de la muestra (1-5 ml), la cual tiene que ser suficiente para permitir la adsorción máxima de los analitos en el sólido, la concentración de hidróxido en acetonitrilo (0.001-0.1 M) y el volumen de elución (1-3 ml). Se evaluaron la butilamida y fenilamida con la finalidad de estimar la afinidad que se tiene con el SMX, durante el proceso de elución.

Todos los experimentos se realizaron en 10 ml de una muestra dopada con  $50 \text{ mg L}^{-1}$  de SMX. Una vez completada la extracción, el SMX retenido fue eluido y determinado bajo condiciones previamente descritas en la sección experimental y analizadas mediante CE. Como variable de salida o repuesta se seleccionó la relación de áreas del SMX y el E.I de las señales analíticas (SMX/E.I). Los valores seleccionados por los distintos factores se encuentran en la Tabla 1. Los niveles seleccionados fueron elegidos teniendo en cuenta estudios preliminares realizados.

Factor	Notación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Masa del sólido (mg)	$M_S$	100	150	200
Volumen de muestra (ml)	$V_M$	1	3	5
Concentración de hidróxido en acetonitrilo ( $\text{mol L}^{-1}$ )	$C_{[\text{OH}^-]}$	0.001	0.01	0.1
Volumen de elución (ml)	$V_{EL}$	1	2	3

Tabla 1. Factores y niveles elegidos para la optimización.

En la Tabla 2 se muestra la matriz de diseño, cada una de las experiencias se realizó por duplicado, de modo que se hicieron un total de 18 experiencias (9 experimentos x 2 réplicas) para cada una de los sólidos sintetizados con butilamida y fenilamida.

Exp	Control factores y niveles				Area (SMX/E.I)	
	$M_S$	$V_M$	$C_{[\text{OH}^-]}$	$V_{EL}$	Butilamida	Fenilamida
1	1	1	1	1	0.4603	0.6119
2	1	2	2	2	0.2786	0.3151
3	1	3	3	3	0.2056	0.2752
4	2	1	2	3	0.1796	0.2991
5	2	2	3	1	0.9395	0.2895
6	2	3	1	2	0.2463	0.2287
7	3	1	3	2	0.1997	0.2128
8	3	2	1	3	0.2489	0.2120
9	3	3	2	1	0.2348	0.1939

Tabla 2. Matriz de diseño ortogonal  $L_9(3^4)$  utilizado para la optimización del método DSPE propuesto ( $n=2$ ).

En TPD, la respuesta deseada es la máxima relación de áreas, a través de un análisis de medias se encontraron las condiciones óptimas en la extracción de SMX (Figura 4). Para la butilamida fueron: masa de sólido 150 mg, volumen de muestra 3 ml, concentración de hidróxido en acetonitrilo 0.1 M y volumen de elución 1 ml. Para la fenilamida fueron: cantidad de sólido 100 mg, volumen de muestra 1 ml, concentración de hidróxido en acetonitrilo 0.001 M y volumen de elución 1 ml. De manera convencional al aumentar la masa del sólido se observa un aumento en la extracción-elución. Sin embargo, se observa que la cantidad de masa evaluada es mayor por lo que no se presenta una dispersión adecuada de las fases sólida-líquida.

Para la concentración de hidróxido en ACN, la butilamida presenta una mayor afinidad por el analito, por lo que necesita de una concentración mayor de  $\text{OH}^-$  para formar cargas negativas superficiales, a diferencia con la fenilamida que requiere de menor concentración. Para el volumen de elución en ambos casos es de 1.0 ml esto favorece la pre-concentración de SMX. Estos resultados demuestran interacciones diferentes entre el SMX y el sólido, de acuerdo con los resultados obtenidos el porcentaje de recuperación y la afinidad de los analitos por el sólido en la metodología DSPE demuestran ser una técnica útil en la determinación de SMX en muestras de leche.

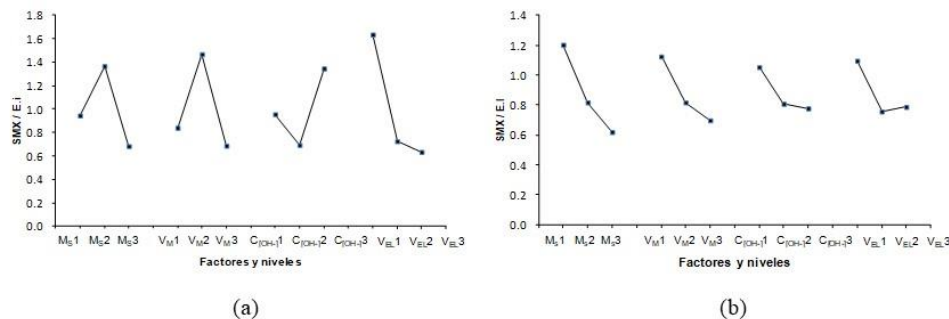


Figura 4. Efectos de la interacción de factores de control en los valores de DSPE. (a) Butilamida, (b) Fenilamida. M<sub>S</sub>, masa del sólido, V<sub>M</sub>, volumen de muestra, C<sub>(OH<sup>-</sup>)</sub>, concentración de hidróxido en acetonitrilo, V<sub>EL</sub>, volumen de elución.

### Validación y aplicación del método

Los parámetros analíticos del método DSPE-CE fueron evaluados usando un volumen de muestra de 1.0 ml de leche dopada con SMX en un intervalo de concentración de 5-100 mg L<sup>-1</sup>. Cada estándar fue preparado y analizado por triplicado, usando la metodología propuesta DSPE. Las áreas de los picos obtenidos en unidades arbitrarias (A.U.) fueron medidas, construyendo la línea de calibrado a partir de los promedios de las relaciones de área. La línea de calibrado muestra una dependencia de dicha relación y la concentración de SMX en la muestra de leche dopada. Los parámetros de regresión de la línea de calibrado se muestran en la Tabla 3. Los LODs fueron calculados mediante la relación señal/ruido igual a 3.29 conforme las recomendaciones de IUPAC (Currie, 1995).

Parámetro	Fase sólida	
	Butilamida	Fenilamida
Coefficiente de correlación. r <sup>2</sup>	0.995	0.993
Ordenada en el origen. b <sub>0</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	-0.063±0.040	-0.005±0.010
Pendiente. b <sub>1</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0.017±0.008	0.007±0.001
Repetitividad (%DER. n=3. 50 mg·L <sup>-1</sup> )	3.03	3.77
Reproducibilidad (%DER. n=3. 50 mg·L <sup>-1</sup> )	3.89	4.98
Intervalo lineal (mg·L <sup>-1</sup> )	15-100	34-100
Límite de detección (mg·L <sup>-1</sup> )	4.52	10.0
Límite de cuantificación (mg·L <sup>-1</sup> )	15.08	33.68

Tabla 3. Parámetros de regresión de curvas de calibrado, áreas SMX/E.I (AU) vs concentración de SMX (mg L<sup>-1</sup>).

Los electroferogramas obtenidos en la determinación de SMX en muestra de leche dopada, bajo condiciones óptimas se muestra en la Figura 4; análisis de muestra de leche blanco (Figura 4a), una muestra de leche enriquecida (50 mg L<sup>-1</sup>) y analizada por DSPE-CE (Figura 4b y c).



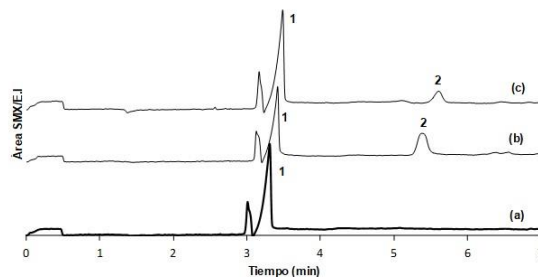


Figura 5. Electroferogramas obtenidos en el análisis de SMX mediante DSPE: (a) muestra blanco; Fase sólida: (b) Butilamida, (c) Fenilamida; muestra de leche dopada ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ); 1 fenilalanina (E.I), 2 SMX.

La exactitud del método se determinó mediante la recuperación absoluta del SMX añadida a una muestra de leche blanco (previamente analizada por el método propuesto) a dos niveles de concentración con tres replicas para cada nivel ( $50$  y  $70 \text{ mg L}^{-1}$ ). El promedio de las recuperaciones obtenidas para el SMX en muestras de leche dopadas, se encontraron en un intervalo de 86-93% para butilamida y 71-86% para fenilamida con una desviación estándar relativa (RSD) menor a un 10% en todos los casos usando la metodología propuesta DSPE. La principal ventaja del procedimiento DSPE es la reducción de etapas en el tratamiento de la muestra ya que sólo requiere de la precipitación de proteínas y la dilución del suero láctico.

### Conclusiones

La metodología propuesta DSPE se basa en el uso de sólidos como agentes extractantes. Las fases sólidas sintetizadas con amidas fueron eficientes en la pre-concentración de residuos de SMX en matrices complejas como la leche con una mínima manipulación de muestra en comparación con los métodos clásicos como SPE y LLE. Se obtiene un mejor rendimiento en porcentaje de recuperación utilizando la sílice modificada con butilamida en que las interacciones hidrofóbicas y por puentes de hidrógeno son preferenciales. El método DSPE-CE posee ventajas en comparación con otras técnicas de separación; estas ventajas incluyen la simplicidad, bajo costo, debido a que utiliza menor consumo de reactivo y mejora en el tiempo de análisis.

### Referencias

- Aturki, Z., D'Orazio, G., Rocco, A., Si-Ahmed, K. y S. Fanali, Investigation of polar stationary phases for the separation of sympathomimetic drugs with nano-liquid chromatography in hydrophilic interaction liquid chromatography mode. *Analytical Chimica Acta*, 2011.
- Currie, L. A. Nomenclature in evaluation of analytical methods including detection and quantification capabilities. *Pure and Applied Chemistry*, 1995.
- Delgado-Zamarreño, M. M., Pérez-Martín, L., Bustamante-Rangel, M y R. A. Carabias-Martínez. Modified QuEChERS method as sample treatment before the determination of isoflavones in foods by ultra-performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry. *Talanta*, 2012.
- Fagerquist, C. K., Lightfield, A. R. y J. Lehotay. Confirmatory and quantitative analysis of  $\beta$ -lactam antibiotic in bovine kidney tissue by dispersion solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, 2005.
- Gutiérrez, H. Análisis y diseño de experimentos, Segunda edición, Mc-Graw Hill, 2008.
- Wen, Y., Zhang, M., Zhao, Q. y Y. Monitoring of live sulfonamide antibacterial residues in milk by in-tube solid-phases microextraction coupled to high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 2005.
- Xu L., Peng R., Guan X., Tang W., Liu X. y H. Zhang. Preparation, characterization and application of a new stationary phase containing different kinds of amine groups. *Analytical and Bionalytical Chemistry*, Vol. 405, 2013.
- Zhang, Y., Liu, H., Zhang, X., Lei, H., Bai, L. y G. Yang. On-line solid phase extraction using organic-inorganic hybrid monolithic columns for the determination of trace  $\beta$ -lactam antibiotics in milk and water samples. *Talanta*, 2013.

# Análisis de Datos Estadísticos de Instrumentos de Investigación para el Proyecto Estrategias de Aprendizaje de la Asignatura Ingeniería Económica de Ingeniería Industrial

M.C Zinath Javier Geronimo<sup>1</sup>, M.C. Laura Vidal Reyes<sup>2</sup>,  
M.I.I Yaitla Aitza Reyes Osorio<sup>3</sup> y MIPA:José Reyes Osorio<sup>4</sup>

**Resumen**— Éste proyecto se realiza en el periodo en El Instituto Tecnológico de Villahermosa con el fin de elaborar un análisis estadístico de los instrumentos utilizados para la recolección de información sobre encuestas dirigidos a docentes y estudiantes del departamento de la carrera de ingeniería industrial en relación a la asignatura de Ingeniería Económica.

**Palabras clave**—Análisis estadístico, Ingeniería Económica, Ingeniería Industrial ,Estrategias de aprendizaje.

## Introducción

En México, la educación superior se debe alinear mejor con las necesidades cambiantes de la economía. Casi la mitad de los empleadores alertan de una falta de competencias en su sector y consideran que la educación y formación de los solicitantes de empleo no es adecuada para sus necesidades. Por lo que es relevante realizar un proyecto educativo que permita analizar las competencias de la asignatura de Ingeniería Económica de la carrera de Ingeniería Industrial. El análisis de datos estadísticos es el proceso que nos permite interpretar los datos numéricos que disponemos, con el objetivo de tomar las decisiones de negocio más eficaces. cada decisión que se quiera tomar en nuestras organizaciones debe estar basada en datos. Esto significa que la estadística es una herramienta muy potente en nuestras manos. Por ello, cerca del 81% de los directivos considera que sus decisiones deben estar basadas en datos. por lo tanto la información recabada de los instrumentos del proyecto educativo estrategias de enseñanza para el trabajo independiente de la asignatura de ingeniería económica debe ser analizada, interpretada para uso a futuro en la toma de decisiones de dicha asignatura.

## Descripción del Método

Con el fin de elaborar un análisis estadístico de los instrumentos utilizados para la recolección de información sobre encuestas dirigidos a docentes y estudiantes del Instituto Tecnológico De Villahermosa del departamento de la carrera de Ingeniería Industrial se realiza este proyecto. El cual incluye las siguientes etapas: 1.-recolectar información documental sobre la caracterización de la asignatura de ingeniería económica de la carrera de ingeniería industrial. 2.-Diseñar el instrumento para la aplicación.3.- Realizar interpretación de los datos mediante una herramienta estadística.

La descripción de los resultados obtenidos en cada instrumento aplicado.

A)Los resultados obtenidos para el instrumento numero I. Ficha Diagnóstica Del Nivel De Competencia De La Materia Ingeniería Económica Del Itvh

Este instrumento me permitió percibir que los alumnos en el tiempo que cursan la asignatura de Ingeniería Económica dependiendo del momento del curso y dependiendo del docente suelen responder a las estrategias de los maestros, algunos cursan con el interés de pasar la materia mediante el desarrollo de proyectos ya que los docentes trabajan mediante ese método, otros alumnos prefieren cursar con maestros donde solo aplican el método de explicación de problemas, examen con un 70% de la calificación y lo demás de porcentaje obtenerlo en tareas y asistencia, sin embargo algunos definen que si realizan los ejercicios y que según el instrumento en el punto 1.4. Identifica el orden y establece relaciones de causa y efecto en la Aplicación De Herramientas De Evaluacion De Proyectos. 1.5. Identifica las herramientas económicas principales para la evaluación de un proyecto y selecciona información para resolver necesidades específicas y sustentar sus argumentos.Esto arroja un 55% de la muestra que si logra obtener el identificar los métodos para evaluación de proyectos.

<sup>1</sup> M.C. Zinath Javier Geronimo Profesora de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México,campus Villahermosa. [zinath.jg@villahermosa.tecnm.mx](mailto:zinath.jg@villahermosa.tecnm.mx)

<sup>2</sup> M.C. Laura Vidal Reyes [laura.vidalr@villahermosa.tecnm.mx](mailto:laura.vidalr@villahermosa.tecnm.mx)

<sup>3</sup> MII Yaitla Aitza Reyes Osorio [yaitla.reyeso@villahermosa.tecnm.mx](mailto:yaitla.reyeso@villahermosa.tecnm.mx)

<sup>4</sup> MIPA:José Reyes Osorio [jose.reyeso@villahermosa.tecnm.mx](mailto:jose.reyeso@villahermosa.tecnm.mx)

Pero al momento de aplicar la prueba de conocimientos se encuentra lo siguiente:

B) Los resultados obtenidos para el instrumento número II. PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.

Esta prueba muestra una toma de decisión sobre 3 inversiones muestra los 3 periodos como datos de los flujos de efectivo, muestra las tasas de un 30%, presenta la inversión inicial. Se busca que el estudiante conteste preguntas sobre análisis, estos cuestionamientos me permiten encontrar si realmente el alumno aprendió las técnicas para evaluar proyectos que probablemente en el desarrollo cognitivo del alumno logró con las diferentes maneras de aprendizaje según cada individuo y según la estrategia de cada docente aplicó para el logro del objetivo de cada tema.

El 60% de los alumnos logra identificar cuál es el mejor proyecto a invertir según resultados del instrumento, un 40% se muestra indeciso, también se refleja una serie de respuestas en blanco en el caso de la número 4 que tiene relación con la número 1 suele tener indecisiones sin embargo responden acertadamente la primera, pero en la número 4 muestra cierta duda y en algunos casos no la responde. Cabe señalar que la relación de ambas es referente a la mejor inversión y como decir cuál es la mejor elección. Algunos jóvenes argumentaron que ya tenía un semestre de haber cursado la asignatura y que no se acordaban, otros comentaban que tenían que recurrir a sus notas de clases para poder recordar cómo realizar los métodos y así poder asegurar una respuesta adecuada.

En cuanto la percepción de los compañeros docentes es la siguiente:

C) Los resultados obtenidos para el instrumento número III. ENCUESTA A DOCENTES.

El número de años de impartir la asignatura de Ingeniería económica radica desde 2 años, 7 años, 5 años y 15 años, con respecto a los años de estar en la docencia radican entre los 3 años, 12 años, 10 años y 20 años, 3 docentes cuentan con plaza definitiva y 1 como honorista, el profesor que desempeña como honorista es el de menos años de experiencia docente. Todos los profesores son de perfil de Ingeniería Industrial 3 con Maestría, 1 de nivel licenciatura, cabe señalar que de los 4 docentes, 3 actualmente estudian Doctorado, 1 en Educación y 2 en Desarrollo de Tecnología, el último solo es nivel licenciatura.

Según el instrumento aplicado arroja que los 4 docentes es decir el 100% consideran que lograron que casi todos los alumnos obtengan el logro de la asignatura, ya que en el instrumento esa calificación es la que predomina, sin embargo coinciden que en el caso de los métodos de depreciación especifican que todos, algunos argumentan que son métodos sencillos, que por lo tanto no hay dificultad para el logro de esa competencia. El primer punto a calificar si muestra evidencia de los temas con la vida cotidiana el 100% responde que si, el 95% de los docentes califica de que casi todos hace trabajo colaborativo y el 90% califica que los alumnos si realizan el trabajo independiente. En cuanto a la retroalimentación califican que casi todos en un 100%. En el rubro de que si el alumno muestra dificultad los profesores indican que muy pocos a un total de 95% solo un 5% responde que algunos.

Los profesores exponen en los comentarios: que los alumnos reprobados son muy pocos que pudiera yo revisar sus calificaciones para medir el número de aprobados y reprobados, sin embargo les comento que solo es un número muy calculador que me indicaría muy fríamente el logro de la asignatura.

Cabe señalar que los docentes hicieron ver su percepción del grupo donde explican que la prueba de conocimientos aplicada para esta investigación no tiene ninguna dificultad, que el alumno debe saber responderla.

También, comentan que dependiendo para que Ingeniería impartan la materia es el nivel académico del grupo, ya que existe Ingeniería Económica para Industriales, Químicos, Bioquímicos, Ambientales y Gestión Empresarial.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

*Conclusiones* Las regularidades que se observan en los tres instrumentos.

Todos los profesores coinciden que el rubro de evidencia de la competencia con la vida cotidiana es un 100% y un 95% de trabajo colaborativo al igual que un 95% de trabajo independiente.

Por lo que infiero según mi percepción de los resultados que realmente las estrategias de trabajo independiente si permiten que el alumno logre competencias adquiridas en la asignatura, así mismo el trabajo colaborativo. Pero se necesita establecer estrategias que en conjunto de una buena suma de actividades definidas se logre cambiar la percepción de casi todos a todos.

*Recomendaciones* El principal objetivo de la educación financiera es entender lo que sucede en nuestro entorno económico, la forma en que nos afecta y como se pueden aprovechar las noticias diarias para el beneficio propio y logro de proyectos personales. Una forma apropiada de asimilar los conceptos de educación financiera puede ser mediante proyectos de aula o trabajos guiados de semestre (Ballesteros y Moral, 2014; Valderrama y Valderrama, 2014; Torres et al., 2016). Tal como lo señalan los autores, estas metodologías buscan aprovechar los conocimientos

recopilados en los cursos, a través de las cuales el estudiante va adquiriendo la capacidad de relacionar los conceptos teóricos con la experiencia práctica para solucionar problemas reales.

- El aprendizaje por proyectos constituye de esta forma una estrategia integral de formación contribuyendo al desarrollo de destrezas en los individuos. Para incorporar la educación financiera, se propone que los estudiantes elijan proyectos a largo plazo que representen una meta importante en su vida. Algunos ejemplos son mejorar los ingresos del retiro, lograr una jubilación a más temprana edad, la educación de los hijos, un viaje a otro continente o un emprendimiento empresarial. Ello obliga a que cada estudiante establezca la planificación financiera que le permita alcanzar ese objetivo. Un ejemplo de modelo de planeación financiera a seguir es el propuesto por Samper et al. (2010), el cual comprende los siguientes pasos: (i) Diagnóstico de la situación financiera actual, (ii) Identificación clara de lo que quiere lograr, (iii) Implementación de un plan de acción, (iv) Verificación de su progreso.

### Referencias

Quiñónez, Reyna, Danilo. Antecedentes y perspectivas del trabajo independiente en las universidades pedagógicas: una propuesta para su mejora. Universidad Pedagógica Pepito Tey, Las Tunas, Cuba

Berger, P. L. y Luckmann, T. (2001). La construcción social de la realidad. Madrid: Amorrortu Editores.

Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (comps.), Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar (pp. 157-186). Madrid: Alianza Editorial

Díaz Barriga Arceo, Frida y Gerardo Hernández Rojas (1998). "Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos" en Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación constructivista. México, McGraw-Hill pp. 69-112

Denise Vaillant ,2007,La Identidad Docente, La Importancia Del Profesorado Como Persona.

Jonnaert, p. Et al, perspectivas, UNESCO, 2007

Sergio Tobón , Talca: Proyecto MESESUP, 2006,Aspectos Básicos de La Formación Basada En Competencias.

Sergio Tobón Formación Basada En Competencias Pensamiento Complejo, Diseño Curricular y Didáctica

Pozo, I. (2005). Aprendices y Maestros. La nueva cultura del aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial.

Universidad Virtual Azteca.Ejemplos de fundamentación del problema científico.

Universidad Virtual Azteca.Recursos de materia de Seminario de Didactica.

Revista territorios,competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula ángel díaz-barriga, 2011 [www.redalyc.org/](http://www.redalyc.org/)

Cardenas, M. (14 de Marzo de 2011). *slideshare*. Recuperado el 2013, de <http://www.slideshare.net/mcardenasmendez/analisis-estructural-de-estados-financieros>

### Apéndice

Cuestionario utilizado en la investigación

### ANEXOS

Anexo los formularios de los instrumentos aplicados

#### I. FICHA DIAGNÓSTICA DEL NIVEL DE COMPETENCIA DE LA MATERIA INGENIERIA ECONOMICA DEL ITVH

<b>SEMESTRE:</b>	<b>A.</b> <b>FECHA:</b>
------------------	----------------------------

<i>I. ACTITUDES</i>	1 (NO ADQUIRIDO)	2 (INICIADO)	3 (EN PROCESO)	4 (CONSOLIDADO)
1.1 Demuestra interés por las técnicas de evaluación económica				
1.2 Aprovecha el tiempo en la realización de actividades en el aula				
1.3 realiza los ejercicios de los asignados para entregar de la unidades				
1.4 presta atención y analiza los datos relevantes del ejercicio				

<b>I. ACTITUDES</b>	<b>1 (NO ADQUIRIDO)</b>	<b>2 (INICIADO)</b>	<b>3 (EN PROCESO)</b>	<b>4 (CONSOLIDADO)</b>
<b>II. CONTENIDOS Y PROCEDIMIENTOS</b>				
1.1 Identifica y usa las técnicas específicas de las herramientas adquiridas en clase para resolver problemas concretos				
1.2. Formula preguntas precisas para guiar su búsqueda de información.				
1.3. Comprende los aspectos centrales de un ejercicio sobre evaluación de proyectos (VPN, B/C, INVERSION INICIAL, FLUJOS DE EFECTIVO, VP, COSTEO DE PRODUCTO).				
1.4. Identifica el orden y establece relaciones de causa y efecto en la APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE EVALUACION DE PROYECTOS.				
1.5. Identifica las herramientas económicas principales para la evaluación de un proyecto y selecciona información para resolver necesidades específicas y sustentar sus argumentos.				
1.6. utiliza y es capaz de identificar en diversos casos para evaluación económica de un proyecto.				
1.7. Identifica las características de las técnicas económicas, estados financieros, VP, VPN y B/C, a partir de su inversión inicial y su función de utilidad de los flujos de caja, y adapta sus conocimientos para la evaluación de proyectos en caso de la vida cotidiana.				
1.8 Identifica y emplea la utilización de las diferentes técnicas de depreciación para los activos fijos: depreciación línea recta, depreciación saldo doblemente decreciente, depreciación saldo decreciente y				

<b>I. ACTITUDES</b>	<b>1 (NO ADQUIRIDO)</b>	<b>2 (INICIADO)</b>	<b>3 (EN PROCESO)</b>	<b>4 (CONSOLIDADO)</b>
depreciación suma de los dígitos de los años.				

## II. PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

1. Lee con mucha atención el texto que te presentamos a continuación. Puedes hacerlo más de una vez para lograr la comprensión total del mismo. Responde las preguntas que a continuación.

Un inversionista quiere saber cual de los 3 proyectos siguientes es el más conveniente para invertir si sabe que según los los flujos de caja y las tasas % para 3 años consecutivos son:

	A	B	C
	TASA 30%	TASA 30%	TASA 30%
AÑO1	\$123,567	\$356,890	\$90,000
AÑO 2	\$215,000	\$546,888	\$234,000
AÑO 3	\$345,000	\$700,000	\$560,000
INVERSION INICIAL	\$90,000	\$200,000	\$600,000

### Responde ahora a las siguientes preguntas:

1. ¿Dime cual de los 3 proyectos es mas apropiado para invertir y por que? \_\_\_\_\_

2. ¿Cómo lo determinaste? \_\_\_\_\_

3. ¿Qué herramientas consideras importante para la evaluación economica? \_\_\_\_\_

Dame dos razones ¿por que? \_\_\_\_\_

4. ¿Por qué consideras que solo las herramientas de evaluación de proyectos son útiles para definir la mejor elección para invertir? \_\_\_\_\_

5. Selecciona el método de evaluación que según tu consideras más útil para la respuesta de cuál es el mejor proyectos a invertir. ¿por que? \_\_\_\_\_

## III. ENCUESTA A DOCENTES

Estimado maestro(a): Estamos realizando una investigación para conocer las dificultades que presentan los estudiantes del sexto semestre de ingeniería industrial sobre la asignatura de INGENIERIA ECONOMICA. Tus opiniones nos serán una valiosa ayuda para trazar estrategias que nos permitan mejorar su situación en el desarrollo de esa habilidad. Por eso te pedimos respondas a los siguientes cuestionamientos con la mayor sinceridad posible. No es necesario que escribas tu nombre, solo el grado en que trabajas y tus años de experiencia. De antemano de damos las gracias por tu valiosa cooperación.

Número de semestres impartiendo la asignatura de INGENIERIA ECONÓMICA : \_\_\_\_\_

Años de experiencia en docencia: \_\_\_\_\_

Nivelacadémico: Licenciatura \_\_\_\_\_ Maestria \_\_\_\_\_ Doctorado \_\_\_\_\_

<b>ESTÁNDAR</b>	<b>CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON EL ESTÁNDAR DESARROLLADO</b>				
	<b>TODOS</b>	<b>CASI TODOS</b>	<b>ALGUNOS</b>	<b>POCOS</b>	<b>NINGUNO</b>
1.1 Realiza actividades concretas sobre cada tema.					

ESTÁNDAR	CANTIDAD DE ESTUDIANTES CON EL ESTÁNDAR DESARROLLADO				
	TODOS	CASI TODOS	ALGUNOS	POCOS	NINGUNO
1.2 Analiza los enunciados para responder a las diferentes herramientas posibles de solución					
1.3 Logra identificar las diferencias entre métodos aplicables para la evaluación de proyectos tales como VP, VPN, B/C, ESTADOS FINANCIEROS.					
1.4 Muestra evidencia de logro de objetivos sobre los temas aplicados en clase para el uso en la vida cotidiana-					
1.5 Permite la inserción de los conocimientos aprendidos mediante trabajo colaborativo.					
1.6 Permite la inserción de los conocimientos aprendidos mediante trabajo independiente.					
1.7 Asegura las condiciones adecuadas para una retroalimentación adecuada entre docente - estudiante.					
1.8 Presenta dificultad al realizar las actividades de trabajo independiente en la materia de Ingeniería Económica.					

**COMENTARIOS:** \_\_\_\_\_

---

# Selección de Capital Humano a través de Métodos Matemáticos de Inteligencia Artificial

Dr©. Martín Laguna Estrada<sup>1</sup>, Dr©. María del Rayo Téllez Ramírez<sup>2</sup>, Dra. Norma Verónica Ramírez Pérez<sup>3</sup>

**Resumen.** El capital humano es un factor estratégico dentro de una organización, llámese de servicios o de producción, de ahí la importancia de tener una herramienta que ayude a seleccionar a los mejores candidatos para los puestos de una empresa. El modelo que aquí se presenta está basado en técnicas de Inteligencia Artificial a través de Aprendizaje Automático, utilizando algoritmos de clasificación NayveBayes y KNN implementado en Weka. Se realiza la propuesta de un modelo que sea capaz de hacer la predicción del trabajador idóneo que buscan las organizaciones y para ello, se utilizaron test de evaluación de competencias técnicas y transversales aplicados a 50 personas con 3 perfiles de contratación. La evaluación se hizo con el algoritmo de NayveBayes, que nos permitió así mismo, determinar la eficiencia de predicción y obtener con ello la mejor selección de las personas más aptas para ser contratadas en la organización. En este estudio se dan a conocer los resultados de la prueba.

**Palabras Clave.** Inteligencia Artificial, Capital Humano, NayveBayes, Aprendizaje Automático, Weka.

## Introducción

Las organizaciones modernas cuentan básicamente con tres tipos de capitales de los que se auxilian en el momento de su operación: el financiero, el material y el de recurso humano. Actualmente, este tipo de organizaciones poseen metodologías y procedimientos con los cuales pueden evaluar casi todos los recursos que poseen sobre todo financieros y materiales. Estos recursos pueden ser fácilmente cuantificables, fueron diseñados para ello y casi siempre pueden ser evaluados con respecto a una unidad monetaria.

El capital humano es un recurso con el que la compañía cuenta, pero no siempre es medido, como debería de serlo, debido a que no es cuantificable y por la tanto no se puede dimensionar en su real importancia. El capital humano definido como “*conocimiento propiedad de las personas*” (Bueno, 1998), provoca realizar que se haga una medición de éste, debido a que no todas las personas cuentan con el mismo conocimiento. En la actualidad, cuando la gente habla del capital humano casi siempre se refiere al concepto del recurso humano sobre todo en la contratación de personal al reclutamiento, selección, inducción y capacitación. Pero hoy en día, con el advenimiento de nuevas formas de trabajo como el networking, teletrabajo, videoconferencias y outsourcing entre otros, los conceptos de administración y valuación de personal han cambiado radicalmente y se necesitan otras herramientas que ayuden a mejorar esta evaluación. Por otro lado, el mercado laboral no solo requiere de los valores tradicionales de aptitud en el desempeño que se tenían antaño, ahora el trabajo, aunque más disperso, es más colaborativo. Las aptitudes del empleado no solo se basan en el conocimiento que tenga sobre el área en la cual tiene su especialidad, sino también requiere de habilidades como liderazgo, capacidad de aprendizaje, relaciones interpersonales que son de importancia para hacer frente a la toma de decisiones que se requieren en un puesto definido, que no siempre son adquiridas en el proceso de formación educativa, y que en muchos casos pueden ser tanto o más importantes que los propios conocimientos adquiridos en la escuela.

Este trabajo tiene como propósito plantear un modelo que analice de una manera más objetiva las competencias técnicas y transversales del capital humano y así contratar a la persona idónea. Es importante mencionar que a través de métodos matemáticos como NayveBayes y KNN, permite hacer referencia a un valor cuantificable, a través de la normalización de la información recolectada por los test, obteniendo las características más significativas, que permita hacer una predicción adecuada y esto lleve a la toma de decisiones que permita a la organización tener a la persona capaz de realizar las actividades encomendadas según el perfil del puesto solicitado.

<sup>1</sup> Martín Laguna Estrada es Doctorante en Administración y Gestión Empresarial en la Universidad del Centro del Bajío UNICEBA, Celaya, Guanajuato. [21943@uniceba.edu.mx](mailto:21943@uniceba.edu.mx) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> María del Rayo Téllez Ramírez es Doctorante en Administración y Gestión Empresarial en la Universidad del Centro del Bajío UNICEBA, Celaya, Guanajuato. [21495@uniceba.edu.mx](mailto:21495@uniceba.edu.mx)

<sup>3</sup> Norma Verónica Ramírez Pérez es Doctora en Administración y Gestión empresarial en la universidad del Centro del Bajío UNICEBA, Celaya, Guanajuato, tiene estudios de Doctorado en Ingeniería en Informática y una Maestría en Ingeniería en Investigación por la Universidad Complutense de Madrid, una maestría en Ingeniería Administrativa por el Instituto Tecnológico de Celaya, y una Licenciatura en Informática por el Instituto Agropecuario No. 33.



## Capital humano

(Solow, 1957) Denominó como residuo a todo lo que explicara el crecimiento diferente a los factores de producción, como capital y trabajo. Sin embargo, el papel de la educación estaba implícito en la explicación del crecimiento económico; Después, Denison en 1962, llegó a una relación educación-crecimiento económica más directa, es decir; que el crecimiento económico era explicado en gran medida por la inversión de educación. Por otro lado, Shultz en 1961, desarrolló la teoría de capital humano e hizo énfasis en la educación, tomándola como una inversión, en la cual textualmente decía: *“Propongo tratar la educación como una inversión en el hombre y tratar sus consecuencias como una forma de capital. Como la educación viene a formar parte de la persona que la recibe, me referiré a ella como capital humano”* (Shultz,1985).

(Becker, 1964) Considera que el capital humano juega un papel importante en el estudio del desarrollo, este autor a diferencia de otros como Solow y Denison, quienes solo veían la educación como un posible crecimiento económico.

El capital humano según (Bueno, 1998) es el *“conocimiento propiedad de las personas”* y que puede resultar de interés para las organizaciones, además que se puede generar capacidad del mismo, lo que provoca que las actitudes junto con los conocimientos explícitos y las capacidades constituyan las competencias personales.

Sin embargo, algunos otros autores ven el capital humano como parte de la empresa, Muñoz en 1999 atribuye al capital humano, como la *“capacidad de transformar los datos en información y ésta en conocimiento”*, lo que quiere decir, es transformar esos mensajes que percibe por los sentidos y los organiza en valor para tomar decisiones que produzcan resultados, lo cual para la empresa resulta ser el que produce beneficios y proporciona a ellas una posición de ventaja en el mercado.

El capital humano al aplicarlo en el mundo organizacional, actualmente provoca la realización de muchos eslóganes como *“la gente es nuestro capital máspreciado”*, *“las personas son todo lo que poseemos”* *“Nuestra estrategia está basada en el manejo del capital humano”*, *“hemos aprendido a manejar el capital intelectual”* etc., donde las empresas consideran a los empleados como una parte importante de ella. Sin embargo, en algunas ocasiones aún no saben cómo tratar el capital humano, y este hecho, nace de la necesidad de la empresas de contar con una herramienta de alta tecnología, que se soporte en la producción ya que una máquina por muy avanzada que sea, no puede manejarse sola y se necesita de los trabajadores para ponerla a funcionar, por lo que el explotar el capital humano al máximo, le dará un plus a la empresa. Por todo esto, es necesario hacer una selección de personas que tengan las competencias necesarias para dar respuesta a puestos estratégicos que lleven a mejorar los procesos como los servicios de las empresas.

## Competencias laborales

Las competencias laborales hoy en día, se han venido incrementando a lo largo de los años y ha dado realce al reconocimiento formal de capacidades laborales, sin importar como adquirieron dichas competencias. Sin embargo, algunos autores como: McClelland en 1973, demuestra que no solo son necesarios los expedientes académicos y los test de inteligencia, porque no garantizaban el que los empleados pudieran dar respuesta adecuada a los problemas.

Otra definición de competencia laboral nos dice que es la capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes; aunque éstas son necesarias, no son suficientes por si mismas para un desempeño efectivo.

Por otro lado, la competencia profesional es la aptitud de un individuo para desempeñar una misma función productiva en diferentes contextos y con base en los requerimientos de calidad esperados por el sector productivo. Esta aptitud se logra con la adquisición y desarrollo de conocimientos, habilidades y capacidades que son expresados en el saber, el hacer y el saber hacer.

**Competencias Técnicas** Son las que realizan con el propio trabajo, función o actividad que se realiza dentro de la organización. No es necesario que las tengan todas las personas que forman parte de la empresa, sino que cada cual debe tener las propias que se requieren en su trabajo. En este caso se indican los comportamientos que se requieren para conseguir la máxima eficacia en el puesto de trabajo o área de actividad específica.

Hay dos tipos de competencias: las Funcionales, las cuales están relacionadas con las funciones que desempeñan en el puesto; y las Técnicas propiamente dicho, que son aquellas relacionadas con el contenido técnico propio del puesto de trabajo y ocupación (Denyer, et. al., 2007)

**Competencias Transversales:** Hace referencia al conjunto de conocimientos y aptitudes que un individuo o grupo de personas ha adquirido a partir de realizar alguna actividad profesional en un transcurso de tiempo determinado (Denyer, et. al., 2007).

### Aprendizaje automático

El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial que tiene como objetivo desarrollar técnicas que permita a las computadoras aprender, el cual consta de diferentes tipos de aprendizaje automático que son; aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje autosupervisado. A continuación se describen los algoritmos que utilizan aprendizaje supervisado para hacer predicción. (Del Brio, Saenz Martin, 2006).

### NayveBayes

El clasificador Naïve Bayes. El objetivo de la clasificación en el aprendizaje automático, es entrenar un método determinado a partir de un conjunto de datos para construir un modelo que sea capaz de predecir uno de los valores nominales que pertenecen al dominio de un atributo llamado clase (Witten, Frank, Hall, 2011). Usualmente un ejemplo E es representado como una tupla de valores de atributos  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , donde  $x_i$  es el valor del atributo  $X_i$ . Sea también C la representación del atributo clase y c el valor de C. Por cuestiones de simplicidad y solo en el caso de la definición que a continuación se detalla, se asumen clases binarias con los valores  $c_0$  y  $c_1$ . Zhang (2004).

### Metodología

Planteamiento del problema: Muchas veces se tiene que hacer una evaluación para realizar la selección de personal para una empresa, y muchas de las herramientas para evaluar se pueden hacer de manera cualitativa, sin embargo, en la actualidad existen métodos matemáticos los cuales pueden ser de utilidad para realizar dicha evaluación.

La metodología fue basada en el siguiente diagrama (Fig. 1):



Fig. 1 Diagrama de fases de obtención de datos

### Diseño del Instrumento

Se realizó un instrumento piloto en el cual se incluyeron las 2 variables de competencias técnicas y competencias transversales las cuales se muestran a continuación, en la tabla No. 1.

Tabla 1. Descripción de las variables y dimensiones

Variable	Dimensión
Competencias técnicas	Formación
Competencias transversales	Trabajo en equipo, Liderazgo, Motivación. Capacidad de aprendizaje, Relaciones Interpersonales y Sustentabilidad e Innovación

Los ítems fueron diseñados en la escala de Likert determinada por: 5=Estoy completamente de acuerdo, 4=Estoy Básicamente de acuerdo, 3=Estoy parcialmente de acuerdo, 2= Solo estoy un poco de acuerdo, 1= No estoy de acuerdo.

### Validación del instrumento

Para la validación del instrumento, se realizó con el método de consistencia interna basada en el alpha de Cronbach el cual es utilizado por ser una herramienta de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. La medida de fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el alpha de Cronbach ya que asume que los ítems que sean medidos en escala de Likert. Para determinar si la fiabilidad es buena, debe ser cercana a 1, mientras si es cercano a 0 no lo es (Welch & Comer, 1988)., George y Mallery en 2003, sugirieron las recomendaciones siguientes para evaluar a los coeficientes del alpha de cronbach.

### Análisis de fiabilidad en SPSS

De acuerdo a parámetros de aceptación, a continuación se mostrarán los resultados de cada uno de los test que se realizaron para la validación de los test por medio del alpha de Cronbach. Cabe mencionar que no se sometió a la confiabilidad la dimensión de formación debido a que sus respuestas son dicotómicas y no es escala de Likert.

En la tabla No. 2, se calcula la confiabilidad de las dimensiones, el cual dio como resultado un valor muy alto del 0.933, con los 48 ítems, y al ser superior a 0.80, resulta que es buena su confiabilidad.

Tabla 2. Cálculo de confiabilidad

Estadísticos de fiabilidad	
Alpha de Cronbach	N de elementos
.933	48

### Extracción de información y normalización de datos

Para extracción de la información, se realizaron algunos ajustes de tal manera de que se pudiera realizar los vectores de entrada, que son los ítems de cada una de las dimensiones citadas, además de los vectores de entrada, como se puede observar en la tabla No. 3.

Tabla 3. Normalización de vectores de entrada y vectores de salida

DIMENSIONES	DATOS (VECTORES DE ENTRADA)	VECTORES DE SALIDA
FORMACION	[Q1-Q8]	[1, 2, 3 ]
TRABAJO EN EQUIPO	[Q9-Q20]	1 = SUPERVISOR
LIDERAZGO	[Q21-Q31]	2= JEFE DE MANTENIMIENTO
MOTIVACION	[Q32-Q36]	3= GERENTE
CAPACIDAD DE APRENDIZAJE	[Q37]	
RELACIONES INTERPERSONALES	[Q38-Q42]	
SUSTENTABILIDAD E INNOVACION	[Q43-Q48]	

### Introducción al algoritmo NayveBayes

Para hacer las pruebas, se tuvieron varias alternativas para hacer uso de los algoritmos de clasificación como Vecinos más cercanos que es un algoritmo de aprendizaje automático supervisado y NayveBayes. Se llegó a la conclusión de utilizar NayveBayes por ser un algoritmo mucho más simple. Que mostró mejores resultados al realizar la predicción del modelo.

## Resultados

De acuerdo al modelo del Algoritmo de NayveBayes y KNN, se realizaron las pruebas pertinentes para hacer el entrenamiento de la clasificación, con los datos de 50 personas, las cuales aspiran a 3 puestos de Jefe de Mantenimiento, Supervisor y Gerente.

Como parte de los resultados, se presentan nuestros datos descriptivos de género, los cuales muestran por medio de la tabla No. 4.

Tabla 4. Descriptivos de las personas encuestadas por género.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	FEMENINO	11	22.0	22.0	22.0
	MASCULINO	39	78.0	78.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Por otro lado, de la tabla 10, también se puede observar que la participación de las personas encuestadas por género, las personas que más aplican a empleos de mando alto y medio, son hombres.

Para la obtención de los datos de la evaluación de los mejores candidatos, se llevó a cabo una extracción con la finalidad de ser introducidos al algoritmo de clasificación, y se realizó la siguiente segmentación, que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Restricciones de salida de la red  
Fuente: elaboración propia.

Restricción	Salida
Si $y_1 \leq 2.4$	Supervisor
Si $y_1 > 2.5 \ \& \ \leq 3.9$	Jefe de Mantenimiento
Si $y_1 > 4$	Gerente

Como parte de los resultados, en el entrenamiento se utilizaron 39 instancias que arrojaron los siguientes datos tanto del algoritmo de NayveBayes como de KNN, según se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados con el algoritmo NayveBayes y KNN en la fase de entrenamiento.

Algoritmo	Instancias clasificadas	% de aciertos	Instancias no clasificadas	% de error	Error absoluto Medio	% Índice de kappa	Tiempo
NayveBayes	35	89.74	4	10.25	0.17	0.80	0.02
KNN	39	100%	0	0	0.03	1	0

Como se puede observar, en la tabla 6 el algoritmo de clasificación KNN, resultó más eficiente en el entrenamiento, pero eso no significa que sea el mejor, ya que como se muestra a continuación en la tabla 7, el de NayveBayes resultó tener una predicción del 72%, mientras que KNN fue de 63%, es importante aclarar que entre más valores para entrenar, mejor será la validación.

Tabla 7. Resultados con el algoritmo NayveBayes y KNN en la fase de validación.

Algoritmo	Instancias clasificadas	% de aciertos	Instancias no clasificadas	% de error	Error absoluto Medio	% Índice de kappa	Tiempo
NayveBayes	8	72.72	3	27.27	0.18	0.52	0.00
KNN	7	63.63	4	36.36	0.25	0.42	0.00

### Conclusión

El desarrollo del modelo propuesto en este trabajo de investigación, busca integrar algunas herramientas computacionales disponibles de la inteligencia artificial con la finalidad de contar con un proceso relativamente eficiente a través de este modelo, ya que permitirá a las personas encargadas de llevar a cabo el proceso de contratación, lo hagan de una manera rápida y eficiente para hacer una selección más acertada para los puestos a ocupar, sobre todo en los mandos medios y altos, y así evitar una evaluación subjetiva, además de conocer al personal a contratar por medio de los test de competencias tanto laborales como transversales. El algoritmo que se empleó para la probar este modelo, resultó ser bastante bueno para hacer la clasificación, la cual la realizó en un 89%, pero a la hora de validarlo, solo logró un 72%, debido a que, como se comentó anteriormente, es importante tener mucho más datos para un mejor entrenamiento. Los datos arrojados en esta prueba, dieron una idea de las fortalezas y debilidades que puede tener una organización a la hora de contratar, ya que este modelo nos permite hacer una predicción matemáticamente. Este modelo además no sólo puede ser utilizado para contratación, sino que puede medir las competencias de un trabajador que ya esté contratado, para que pueda escalar de puesto o bien ser candidato para una capacitación en su trabajo y con ello también evitar la rotación del personal, que en muchas ocasiones no es bueno para una organización. Como propuesta de trabajo futuro, se sugiere realizar un análisis con una mayor catidad de datos para garantizar el aprendizaje del algoritmo.

### Referencias citadas

- Becker, Gary S., (1964). Human Capital: 1st ed. (New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research).<sup>[1]</sup><sup>[2]</sup><sup>[3]</sup>
- Bueno Campos, E. (1998). El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual: *Boletín de Estudios Económicos*, Vol. LIII, no 164, agosto, pp. 207-229.
- Del Brio b. & Saenz, Martín M. (2006). Redes neuronales y sistemas borrosos, España: Alfaomega.
- Deninson (1962) *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, Nueva York: Committee for Economic Development.
- Denyer, M, el tal(2007). Las competencias en la educación: un balance de cultura Económica, Mexico
- Hopfield, J.J., (1982), "Neural Networks and Physical Systems with Emergent CoUective Computational Abilities", USA: Proceedings of the National Academy of Sciences, 79, 2554-2558.
- Rosentblat, F. (1962). Principles of neurodynamics : Spartan.
- Schultz, Theodore W. (1960). "Capital formation by education": The journal of political economy, Vol. 68, No. 6 (Dec., 1960). Págs. 571-583
- Shalkoff, Robert J., (1962). Neural networks, New York: McGraw-Hil (XXI, 422 p).
- Sierra, B. (2006). Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados: Editorial Pearson, Prentice Hall, pp.101-130,
- Solow, Robert M., 1957, "Technological Change and the Aggregate Production Function: *Review of Economics and Statistics*, vol. 39 (August), pp. 312-320.
- Wildrow, B., Hopf. M. (1960) *Adaptative Switching Circuits: IRE WESCON Convention Record*, part 4.96, 104

### Referencias consultadas

- Bontis, N.; Fitz-Enz, J. (2002). Intellectual Capital ROI: a casual map of human capital antecedents and consequents: *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 3, Iss. 3, pp. 223-247.
- Díaz Serrano, L. (2001). Human Capital, Progressive Taxation and Risk- Aversion: a Theoretical and Empirical Analysis for the Spanish Case: Universidad Rovira I Virgili, Tarragona.
- Drumm, H. J. (1999). Transaction cost in human resource management: *Employee Relations*, Vol. 21, No 5, pp. 463-484.
- Mincer, Jacob (1974) *Schooling, Experience and Earnings*, New York: National
- Ming Chen, H.; Jun Lin, K. (2004). The role of human capital cost in accounting: *Journal of Intellectual Capital*,
- Muñoz Calero, J. (1999). Sobre gestión del conocimiento, un intangible en la globalización: *Economía Industrial*, No330, 1999/VI, pp.61-70.
- Pablos de Pablos, P. (2003d). Intellectual capital reporting in Spain: a comparative view: *Journal of Intellectual Capital*, Vol.4, No1, pp. 61-81.
- Pajares, M.;Santos, M. (2006). Inteligencia artificial e Ingeniería del Madrid: RA-MA.<sup>[1]</sup><sup>[2]</sup><sup>[3]</sup>
- Rylatt, A. (2003). Measuring know-how: *T+D*, 57 (7), pp. 37-39.
- Sáenz, J. (2005). Human capital indicators, business performance and market-to-book ratio: *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 6, No 3, pp. 374-384.
- Serrano Cinca, C.; Chaparro, F. (2001). Los activos intangibles en la Contabilidad: medición y valoración: *Capital Intelectual*. Disponible en [http://www.5campus.com/leccion/capint1\\_04/02/2003](http://www.5campus.com/leccion/capint1_04/02/2003).
- Sierra Fernández, M. (2001). Tratamiento contable de los activos intangibles en la IASC y en la ASB: *Contabilidad Internacional*. Disponible en [http://www.5campus.com/leccion/containmate\\_20/02/2002](http://www.5campus.com/leccion/containmate_20/02/2002).

# Prevalencia de Ansiedad en Adultos Mayores por Aislamiento ante el COVID-19, en el Municipio de Vanegas, SLP en el año 2022

<sup>1</sup>ELE. Yatzel Jaquelinne Limon Mendoza <sup>2</sup> Dra. Macrina Beatriz Silva Cazarez

<sup>3</sup>Dra. Nereyda Hernández Nava <sup>4</sup>Dra. Ma del Rocío Rocha Rodríguez

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo identificar la Prevalencia de ansiedad en adultos mayores por aislamiento ante el COVID -19 en el municipio de Vanegas S.L.P en el año 2022. Las indicaciones obligatorias del área de salud pública como el aislamiento son útiles para el control de la enfermedad, pero tienen consecuencias para la salud mental. La muestra se conformó por 32 adultos mayores que cumplieron los criterios de inclusión con un enfoque cuantitativo descriptivo epidemiológico y un muestreo no probabilístico intencionado, los instrumentos utilizados fueron la Escala de Ansiedad de Hamilton, la Escala "A" Zung y el Inventario de Ansiedad de Beck (BAI). Resultados: se identificó la prevalencia de síntomas relacionados a la ansiedad, donde se encontró una diferencia en función de edad, sexo, educativo, nivel socioeconómico y convivencia familiar. Conclusiones: El aislamiento obligatorio conlleva a una prevalencia de síntomas de ansiedad en los adultos mayores de Vanegas S.L.P.

## Palabras claves

*Ansiedad, Adultos mayores, COVID-19*

## Introducción

Esta investigación se centra en Identificar la prevalencia de ansiedad en adultos mayores por aislamiento ante el COVID – 19 en el municipio de Vanegas S.L.P en el año 2022. En donde los trastornos emocionales y desordenes psiquiátricos tiene una alta prevalencia. Teniendo en cuenta la intensidad de dicho trastorno generalizado a causa del aislamiento por la pandemia. (Salud, Organización Mundial de la Salud , 2019)

Según la Sociedad Española de Medicina, La ansiedad es un mecanismo adaptativo natural que nos permite ponernos en alerta ante sucesos comprometidos. La ansiedad se deriva por varios tipos los cuales son leve, moderado y grave lo que nos facilita la clasificación de estos. Además, se podría definir como un sistema que alerta al organismo ante sucesos que lo puedan poner en desventaja; ya que se puede interpretar como un sentimiento displacentero que se acompaña de sensaciones somáticas como náuseas, palpitaciones, sudoración, cefalea, necesidad de vaciamiento e inclusive diarrea, entre otras, hablando de un estado mayormente fisiológico. (Interna, 2020)

Pero también está el estado patológico de la ansiedad que se caracteriza por una autonomía relativa, sin causa externa o interna aparente, con intensidad, duración y conducta asociada al cuadro clínico. Además, que se manifiestan alteraciones a nivel cognoscitivo; a nivel físico, neurológico y por último a nivel conductual. (Salud, Organización Mundial de la Salud , 2019)

En la pandemia del covid-19 ha generado un gran impacto en la población mundial y uno de los más afectados fue el adulto mayor por su vulnerabilidad ya que hablando fisiológicamente su sistema inmune tiene las defensas bajas y sufre de un deterioro físico e intelectual. Además, que el confinamiento era obligatorio causando así un impacto negativo a la vida normal que practicaban día a día, ya que dicha solución sería el aislamiento y así evitar la propagación del virus. Pero también dificultando la obtención de sus medicinas y alimentación. (HOWARD, 2020)

<sup>1</sup> E.LE. Yatzel Jaquelinne Limon Mendoza, es Estudiante de la Licenciatura en Enfermería en la Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México [A294043@alumnos.uaslp.mx](mailto:A294043@alumnos.uaslp.mx)

<sup>2</sup> Dra. Macrina Beatriz Silva Cazares es profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí [macrina.silva@uaslp.mx](mailto:macrina.silva@uaslp.mx)

<sup>3</sup> Dra. Nereyda Hernández Nava Cazares es profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí [nereyda.hernandez@uaslp.mx](mailto:nereyda.hernandez@uaslp.mx)

<sup>4</sup> Dra. Ma del Rocío Rocha Rodríguez Universidad Autónoma de San Luis Potosí Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Media [rocio@uaslp.mx](mailto:rocio@uaslp.mx)

Por ello en esta investigación se quiere identificar en qué estado de ansiedad se encuentra el adulto mayor, desarrollando una investigación cuantitativa y descriptiva en la cual podamos determinar su prevalencia en dicha población y sus determinantes epidemiológicos.

### Material y Método

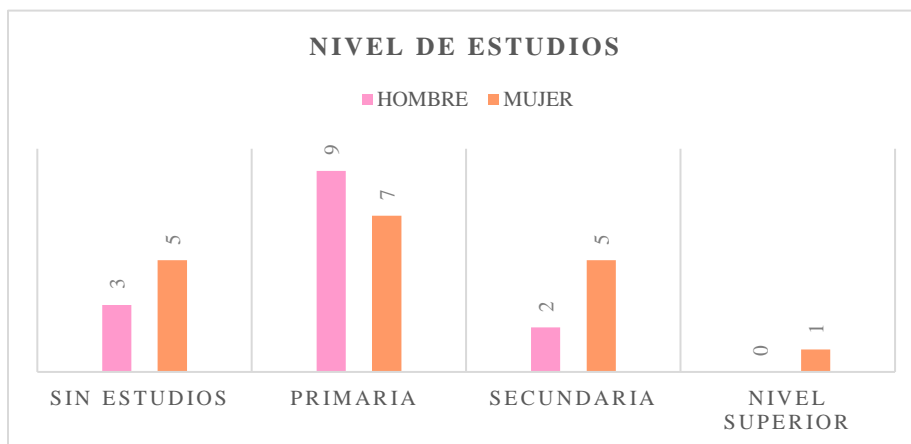
La presente investigación es un estudio cuantitativo, descriptivo epidemiológico, en el municipio de Vanegas S.L.P. la población fueron adultos mayores que a causa de la cuarentena y el aislamiento sufrieron un encierro total ya que son más vulnerables a contraer la enfermedad del covid-19, en su totalidad fueron 32 encuestados (18 mujeres y 14 hombres) donde accedieron a participar de forma voluntaria y anónima.

La recolección de datos se realizó en el mes de marzo de 2022, mediante un cuestionario sociodemográfico evaluando su sexo, edad, nivel educativo, nivel socioeconómico, convivencia familiar, enfermedades recientes, actividad física o recreativa y tres cuestionarios como la Escala de Ansiedad de Hamilton con 14 preguntas, la Escala "A" Zung con 20 preguntas y el Inventario de Ansiedad de Beck (BAI) con 21 preguntas las cuales permitió obtener aspectos de su estado mental referente al nivel de ansiedad ya sea ninguno, leve, moderado o grave en el que se pueda encontrar en adulto mayor. Además, se utilizó el programa SPSS v.b 21.

Se le informo al participante sobre los cuestionarios de los cuales se le pregunto de una por una dando les explicaciones por cualquier duda y después de ello el instrumento serio terminado. Para evaluar el nivel de ansiedad se calificó cada pregunta del cuestionario ya que cada una podría tener diferente respuesta, y dependiendo de cada uno se clasificaría en los niveles correspondidos como leve, moderado y grave. una vez recolectados los datos, se vaciaron y se procesaron en el IBM SPSS statistics 21.0, se obtuvieron frecuencias y porcentajes, y se realizó una presentación grafica de los resultados.

### Resultados

La edad de los adultos mayores encuestados fue como mínima de 60 años y como máxima de 95 años. El rango de edad predominante fue de 60 a 75 años. Del (43.8%) su estado civil es casados y gran parte de ellos viven juntos con su pareja (37.5%) más de la mitad de los participantes tiene un grado de educación básica y solo uno de ellos tiene el nivel superior. En la gráfica 1, se muestra que las mujeres tienen un nivel más alto en estudios básicos.



Grafica 1. Nivel de estudios en relación con el sexo del participante de acuerdo con la muestra.

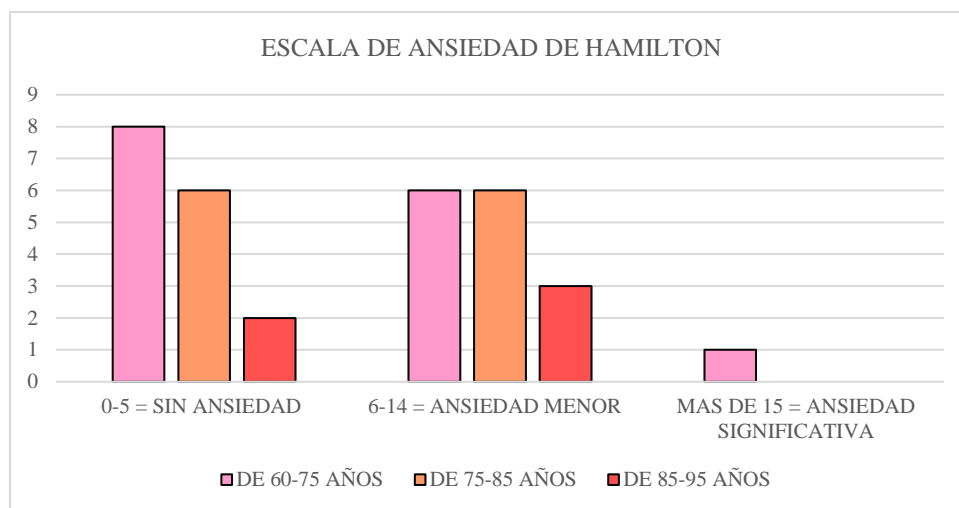
Por otro lado, la mayor parte de los encuestados (40.6%) tuvo más de dos hijos teniendo en cuenta que esto puede ser un apoyo para el adulto mayor para poder procesar el aislamiento del covid-19. En el caso de si el adulto mayor padeció alguna enfermedad en los últimos 6 meses el (21.9%) si lo estuvo, ya que mencionaron que mayormente era por descuido de uno mismo tomando en cuenta que su edad cronología los limita en sus actividades diarias y las enfermedades mostradas en esos meses fue gripe 6.3%, enfermedades gastrointestinales 6.3% y otras enfermedades con un 9.4%.

El conocimiento sobre la cuarentena o aislamiento es algo fundamental y más en los adultos mayores ya que son más vulnerables respecto a esta enfermedad del covid-19, por otra parte, el adulto mayor fue

responsable de colaborar a estas implementaciones ya que el 93.8% de los participantes respeto el semáforo sanitario durante la pandemia.

Sobre si realiza algún programa de actividad física o recreativa los resultados no fueron nada positivos ya que este es un factor también muy importante para la distracción del participante sobre todo porque es un beneficio para la salud mental y física, mostrando que el 87.5% no realizaba ninguna actividad y llevando una vida sedentaria que puede ocasionar un problema de salud severo.

En la escala de Hamilton en los niveles de ansiedad, priorizando que la mayoría de los participantes tuvo un resultado de rango normal con un 50% en ansiedad menor casi un 46.9% y solamente un participante supero la puntuación donde muestra signos de ansiedad con un 3.1%. En la gráfica 2 se muestra el nivel de ansiedad y el sexo para identificar quienes son los afectados.



Grafica 2. Escala de ansiedad de Hamilton en relación con la edad de los participantes de acuerdo con la muestra.

La escala de “A” Zung igualmente solo se obtuvieron tres rangos donde solo un participante sobrepaso el puntaje 3.1% donde con frecuencia tiene síntomas de ansiedad.

Y por último el inventario de (BAI) donde el 15.6 % de los participantes tuvo un nivel de ansiedad moderado y el otro 81.3% se mantuvo en un rango bajo del cual no hay un grado de preocupación.

### Discusión

Según Beck y Clark refiere que existe una estructura cognitiva que genera sesgos en los procesamiento de la información, denominadas distorsiones cognitivas, cumpliendo una función en el desarrollo de la ansiedad de las cuales se activan selectivamente asociándose al peligro representado en las memorias a largo plazo, el individuo desarrolla la ansiedad por la interpretación que realiza de los eventos y no por estos en sí, la estrategia es utilizar la reestructuración cognitiva, logrando así que el individuo modifique la interpretación de las vivencias, estimulando el individuo para que logre organizar sus pensamientos de una forma realista y adaptativa. (Romero, 2020)

En la presente intervención se dará a conocer datos relevantes, sobre la población de adultos mayores de 60 años y más, sobre la prevalencia de ansiedad que hay en la comunidad de Vanegas por el aislamiento ante el covid-19. Donde se les evaluara con ciertos elementos que nos darán resultados finales y ver en que niveles de ansiedad se encuentran por dicha pandemia.

Centrándonos en analizar los elementos de la población de estudio y ver la realidad en la que se encuentra el adulto mayor a causa del aislamiento que además para ellos es más estricto ya que son más vulnerabilidad. Además de tener en cuenta el cambio de rol que fue cambiando a lo largo de la pandemia.

Asimismo, en los últimos años la pandemia está extendida en todo el mundo y México no es la excepción además que los recursos y los equipamientos han tardado en llegar y el coronavirus ha afectado a miles de personas. La universidad de valencia busco el impacto psicosocial en el adulto mayor ante el covid-19 y definida por la OMS como una pandemia mundial como el covid-19 afecta a todas las personas, pero no todos por igual. Existen grandes



brechas tanto en los riesgos de una salud como en el acceso al tratamiento social edad. Las personas mayores dan especialmente vulnerable ante las enfermedades producidas por el SARS-COV-2 que presentan un peor pronóstico como por su comorbilidad, los síndromes geriátricos y la fragilidad asociada al envejecimiento, habiendo sido de la pandemia es una emergencia geriátrica. (Romero, 2020)

### Conclusión

La población adulta está muy desinformada respecto a la salud mental y que estos pueden surgir referente a la cuarentena o aislamiento que surgió durante la pandemia y que pueda tener consecuencia ya que también se les pregunto a los participantes si sabían algo respecto a la ansiedad o entendían dicha palabra de lo cual el 93.9 % de los participantes lo ignoraban completamente. Como tal la prevalencia de ansiedad en los adultos mayores en Vanegas S.L.P no esta tan alterada como se esperaba, pero esto puede variar significativamente en las condiciones en la que se encuentren los evaluados. De acuerdo con las características socioculturales, se incluye la edad, sexo y grado de institución ya que estos pueden interferir en aspectos negativos o no. Sobre lo dicho en esta investigación los adultos mayores necesitan una orientación respecto a los problemas mentales que puedan surgir en un aislamiento obligatorio, establecido por el área de salud ya que la población no ha sido informada para este suceso.

Para finalizar, el estudio no estuvo exento de dificultades, ya que los adultos en ocasiones se negaban a participar o tratan de mentir en sus respuestas.

### Recomendaciones

El estudio detecto que la población adulto mayor no tienen los conocimientos necesarios sobre los problemas de ansiedad que pueden surgir y que corren un riesgo en su salud mental. Por lo que se recomienda brindar información entendible a los adultos mayores y sea fácil poder colaborar y apoyar. Dándonos así un valor fundamental sobre lo que se debe de implementar en estas circunstancias, además que se propone una buena relación con los familiares o cercanos para desarrollar una estabilidad mental eficiente.

### Referencias

- Antonio Belaunde Clausell, N. T. (2021). Vejez en tiempos de aislamiento por la COVID-19 en Cuba. *Revista Cubana de Medicina Militar.*, 1-6.
- Howard, J. (14 de 05 de 2020). *CNN*. Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2020/05/14/el-impacto-de-la-pandemia-de-covid-19-en-la-salud-mental-ya-es-extremadamente-preocupante-dice-la-onu/>
- INEGI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <http://gaia.inegi.org.mx/scince2/viewer.html>
- Interna, S. E. (2020). *Sociedad Español de Medicina Interna*. Obtenido de <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/ansiedad>
- Romero, C. F. (2020). CARACTERIZACIÓN DE LA ANSIEDAD EN UN ADULTO . *MAGAZINE DE LAS CIENCIAS*, 1-22.

# Importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Sector de la Construcción

ISC Marisol López Arias<sup>1</sup>, Dra. Rosa Gómez Domínguez<sup>2</sup>,  
Mtro. Miguel Pérez Vasconcelos<sup>3</sup>, Dr. Eutimio Sosa Silva<sup>4</sup> y M.G.T.I. Fidelio Castillo Romero<sup>5</sup>

**Resumen**— El sector de la construcción es una de las industrias con mayor impacto en el desarrollo económico y social, pero se encuentra rezagada en la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Basado en la investigación y el contenido generado por la misma industria, este estudio arroja luz sobre el estado actual del uso de las TIC por parte de las empresas constructoras y explora los cambios que se están produciendo para reducir la brecha digital en el ámbito constructivo.

**Palabras clave**— Tecnologías de la información y la comunicación, industria de la construcción.

## Introducción

Las prácticas conservadoras prevalecen en la industria de la construcción, tanto en la forma en que trabajan, como en las herramientas y recursos que emplean para lograr los proyectos, las técnicas implementadas muchas veces se aplican a la forma en que construyen o a los materiales que utilizan, pero no se utiliza tecnología digital en los procesos correspondientes.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están presentes en todas las facetas de nuestro entorno actual y, de manera notable, permiten a las empresas enfrentar las realidades de un mercado altamente competitivo y en constante cambio. Por ello, las TIC les proporcionan las herramientas para mejorar y simplificar procesos y gestionar adecuadamente los recursos.

Varios sectores industriales se benefician de la aplicación de las TIC, sin embargo, el sector de la construcción es uno de los últimos en abrazar esta tendencia de digitalización. Al revisar la literatura relacionada con este campo, podemos encontrar muchas noticias y artículos sobre drones, impresión modular e integración de otras herramientas de hardware y software, pero la tendencia es usarlos en entornos desconectados.

## Desarrollo

### *Tecnologías de la Información y la Comunicación*

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) tienen múltiples acepciones y si hacemos una búsqueda encontraremos cientos de definiciones las cuales varían según su autor y año de publicación, destacando esto último la divergencia de conceptos que abarca este término, pues en un principio solo se consideraban los dispositivos tradicionales (como computadoras, teléfonos, televisores), el software en el que se ejecutan y el medio que proporciona la interconectividad. Hoy sabemos que existe un universo muy vasto y en expansión que ahora incluye sensores, drones, geolocalizadores y más.

“Las Tecnologías de la Información y la Comunicación se pueden concebir como resultado de una convergencia tecnológica, que se ha producido a lo largo de ya casi medio siglo, entre las telecomunicaciones, las ciencias de la computación, la microelectrónica y ciertas ideas de administración y manejo de información. Se consideran como sus componentes el hardware, el software, los servicios y las telecomunicaciones”. (CAIBI, 2001, como se citó en Ruiz, 2015)

Algunos de los beneficios de las TIC en el ámbito empresarial son los siguientes:

- **Interconexión:** La posibilidad de utilizar diversos dispositivos, herramientas y medios que trabajen de forma conjunta.

<sup>1</sup> Marisol López Arias es estudiante de la maestría en Tecnologías de la Información en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. marisol.lopez.arias85@gmail.com

<sup>2</sup> La Dra. Rosa Gómez Domínguez es catedrática perteneciente a la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. rosa.gd@villahermosa.tecnm.mx

<sup>3</sup> El Mtro. Miguel Pérez Vasconcelos es catedrático perteneciente a la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. miguel.pv@villahermosa.tecnm.mx

<sup>4</sup> El Dr. Eutimio Sosa Silva es catedrático perteneciente a la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. eutimio.sosas@villahermosa.tecnm.mx

<sup>5</sup> El M.G.T.I. Fidelio Castillo Romero es catedrático perteneciente a la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Tecnológico Nacional de México Campus Villahermosa. fidelio.cr@villahermosa.tecnm.mx

- **Automatización:** El trasladar tareas manuales a un sistema permite hacerlos más eficientes lo que se traduce en un ahorro de tiempo y costos.
- **Comunicación:** Mejora la comunicación tanto interna (entre los distintos departamentos de la organización) como externa (con el cliente), haciéndola más ágil.
- **Inmediatez:** Obtener resultados en tiempo real a las consultas realizadas.
- **Gestión eficiente de los recursos:** La automatización de los procesos de la organización impactará de forma positiva a la administración de los recursos, maximizando su aprovechamiento.
- **Imagen innovadora:** El incorporar nuevas tecnologías para la comunicación, tanto con clientes como otros agentes involucrados, brindará la idea de una corporación que se preocupa por utilizar los instrumentos disponibles para ello.
- **Mejor toma de decisiones:** El contar con un sistema que permita el fácil e inmediato acceso a la información generada y a su análisis, en tiempo real, permitirá conocer el estado actual de las operaciones de la organización y en base a esto generar las acciones adecuadas para alcanzar los objetivos.
- **Interactividad:** Existe una comunicación, entre el usuario y los dispositivos usados, que reside en el intercambio de información, el usuario inicia y puede reaccionar a los cambios y respuestas generados por el sistema.
- **Satisfacción del cliente:** Con los avances tecnológicos aplicados a distintas partes del proceso se genera valor para el usuario, ofertando productos y servicios de mejor calidad, cumpliendo con los tiempos o mejorando la comunicación y atención.

### *Construcción y tecnología*

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes a nivel económico en el ámbito mundial, y esta no es su única aportación, ya que permite el desarrollo de las comunidades de manera directa con la construcción de infraestructura (vivienda, carreteras, centrales eléctricas, etcétera) o a través de la generación de empleos y bienestar social.

Aun siendo una industria de gran valor y dimensión, en la actualidad su forma de trabajar continúa siendo muy tradicional tanto en su operación como gestión. Un reporte generado por el McKinsey Global Institute acerca de los avances en la digitalización, muestra que, de 22 industrias, el sector de la construcción se encuentra localizado en el penúltimo lugar, solo por encima de la agricultura y la cacería. (Vidali, 2020)

En México, la realidad de este ramo puede llegar a ser muy dispar debido a diversos factores; uno de ellos es el tamaño de las organizaciones, teniendo pequeñas y medianas empresas a, incluso, grandes transnacionales; otros aspectos por los cuales no todas las empresas adquieren tecnología son los que menciona Jessurun Solomou (2021), quien apunta que los empresarios lo perciben como un costo y no como una inversión que aumentará su productividad, además de la negación que implica el pensar que si algo se ha estado realizando de una misma forma por muchos años entonces no hay necesidad de cambiarlo y como último punto se encuentra la resistencia al cambio.

Debido a todas estas circunstancias, Germán Elera indica que el sector de la construcción continúa en la era del papel donde todavía existe una gran cantidad de datos transfiriéndose de forma manual, realizándose el trabajo mediante flujos desconectados y con una gran dificultad para la implementación de tecnología digital (CICM oficial, 2020, 4m33s). Es por ello que podemos encontrar organizaciones que aun estén utilizando medios tradicionales como papel y documentos realizados en software de ofimática en combinación con sistemas más especializados como tecnologías de diseño asistido por computadora, programas para creación de presupuestos y software de contabilidad.

Como una muestra de esta realidad podemos revisar un estudio que se llevó a cabo en Puebla para conocer el impacto del uso de las TIC en la Pyme Constructora de ese estado, el cual se encuentra en la octava posición nacional en cuanto a cantidad de empresas constructoras y segundo lugar en obra referente a electricidad y comunicaciones (Publmetro, 2021). Dicho estudio identifica las herramientas tecnológicas utilizadas para la toma de decisiones y el diseño y ejecución del proyecto, y concluye que solo el 50% de los procesos llevados a cabo dentro de los proyectos que comprenden desde su conceptualización hasta su entrega son gestionados con la conjunción de Office, Autocad, Project y Neodata u Opus y que solo el 39.6% usa esta combinación para basar las decisiones que se toman para el rumbo del proyecto; además establece que el resto de empresas utiliza diferentes configuraciones (una o más de las herramientas antes mencionadas) en cada una de las situaciones referentes al proceso constructivo (Suárez Zamora, 2021). Con estos datos podemos visualizar que las herramientas empleadas no están trabajando de forma interconectada, sino que cada una genera información de un área o proceso específico y esta no tiene impacto en las demás, por lo mismo las decisiones de peso y a nivel de alta gerencia se están basando en información parcial o que podría contener algún punto ciego.

Los problemas que se suscitan por esta falta de digitalización, y de un sistema integral de gestión, son muchos y algunos que podemos identificar son los siguientes:

- Redundancia de información o desfase de la misma.

- Retrasos en la búsqueda de información necesaria.
- Información faltante o no documentada.
- Administración deficiente de los recursos de la empresa.
- Falta de información histórica bien registrada.
- Comunicación no fluida entre las diferentes áreas de la empresa.
- Decisiones basadas en información que no refleja el estado del proyecto.

Dichas problemáticas estarían incidiendo directamente en la productividad, calidad, tiempos y costos de la obra, ya que la información es vital dentro de cualquier organización para poder ejecutar los proyectos manteniéndose dentro de los planes generados y respondiendo a los cambios que se susciten. Se considera que el 90% de los proyectos se retrasan en el tiempo de entrega y 40% sobrepasan el presupuesto (Orozco Vázquez, 2018), es por ello que se deben utilizar todas las herramientas disponibles que permitan impulsar la productividad y uso eficiente de los recursos organizacionales y, sin duda, las TICs son imprescindibles para ello.

### Construcción 4.0 y BIM

En el entorno tecnológico nos encontramos ante una nueva era, la denominada Cuarta revolución industrial que viene de la mano de tecnologías como la robótica, la Inteligencia Artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT), la nanotecnología, impresión 3D y la realidad virtual, todo esto combinado con una gran generación de datos (Big Data). En el caso de México, Albarrán Nuñez (2019) menciona que el país ha sido un espectador del desarrollo económico que fue resultado de las revoluciones industriales anteriores y que ante las puertas de esta nueva época debemos ocupar un rol más activo y ser partícipes del cambio.

Es así que esta Industria 4.0 pone el foco en la información, su generación en tiempo real y su transformación en resultados relevantes, mediante la búsqueda de la integración de los datos provenientes de distintas fuentes de forma que refleje el acto de hacer negocios mediante esta interacción, los datos pasan una transformación a través de un ciclo denominado PDP (Physical-digital-physical) pasando del plano físico a su representación digital donde será procesado mediante analítica de datos y arrojará un resultado que incidirá en las decisiones en el mundo físico.



Figura 1. Ciclo PDP (Physical-digital-physical)

Este cambio comienza a impactar al sector de la edificación, bajo el término de Construcción 4.0 esta industria empieza a reconocer que necesita una transformación de fondo en la que apueste por integrar tecnologías a su entorno tal como otras industrias que ya han dado ese paso a la digitalización.

En medio de toda esta adopción de las tecnologías en el sector de la construcción nace BIM (Building Information Modeling); muchos consideran que es un sistema de software, sin embargo, aunque BIM esta intrínsecamente relacionado con la tecnología (y las TIC) este es un marco de trabajo que apuesta por la integración de todas las partes que conforman el ciclo de vida del proceso constructivo y la colaboración entre todos los departamentos y agentes que operan en el mismo.

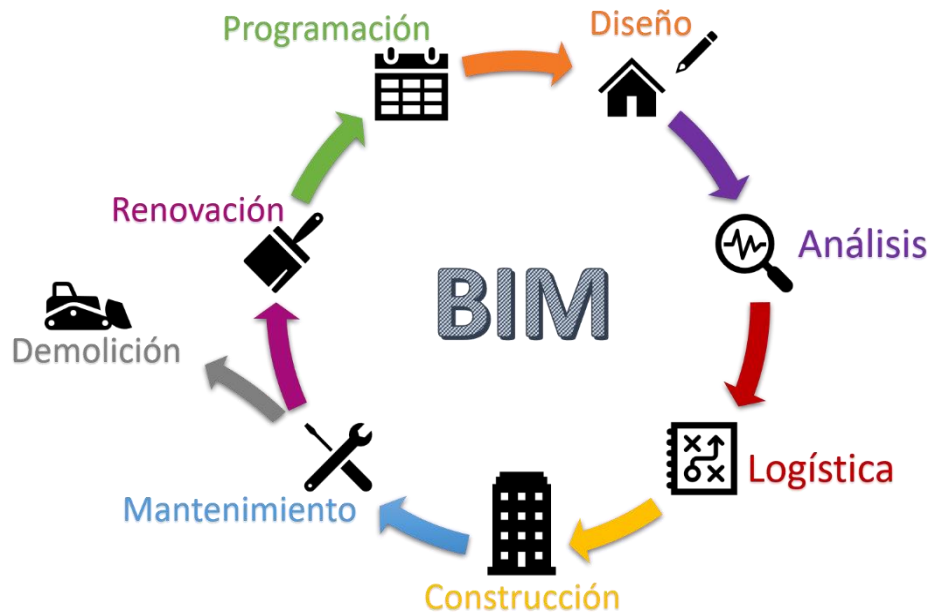


Figura 2. Ciclo de vida del Modelo BIM

El 20 de septiembre de 2018, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publica la Estrategia para la adopción del Modelado de Información en la Construcción (MIC), BIM por sus siglas en inglés, en los proyectos de infraestructura de la Administración Pública Federal buscando mejorar los procesos desarrollados haciendo eficiente la planeación y, por ende, disminuyendo los sobretiempos y sobrecostos, además de fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019). La estrategia establece que los Sectores de Comunicaciones y Transportes, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Turismo, Salud y Educación Pública serán los primeros en adoptar la medida para el año 2022 y se sumarán el resto de sectores que ejecuten proyectos de infraestructura en el año 2023.

Esta implementación de BIM en México, en el sector público, significa dar un salto en la forma de trabajo en la construcción, pero también presenta un gran desafío para la industria; en el año 2017 se realizó una encuesta por parte de la Fundación de la Industria de la Construcción (FIC) en la que se detectó que el 58% de las organizaciones desconocían BIM y cómo aplicarlo, a su vez el 46% de ellas no aplicaban modelos digitales de BIM en ningún área, además el grueso de las empresas utilizaban BIM enfocándose en la parte arquitectónica del proyecto con un 29% y de esta forma relegaban las otras áreas como la planeación y programación (6%) y la supervisión y gerencia de los proyectos (1%) (Fundación de la Industria de la Construcción para el Desarrollo Tecnológico y de la Productividad, A.C. (FIC), 2017).

En concordancia con esta encuesta, un estudio realizado en Guadalajara, ubicado en el estado de Jalisco que es considerado el tercer lugar en aportación del Producto Interno Bruto del sector de la construcción a nivel nacional (Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción, 2019), establecía que el 38% de las empresas en el estado no utilizaban BIM en sus proyectos y 31% era un usuario indirecto o hacia uso a través de un tercero (Durán Alarcón, 2017).

Otro aspecto a considerar para la adopción de BIM suele ser la inversión económica necesaria, la cual tiene un costo promedio por implementación y capacitación que se sitúa en un rango que va de los 100 000 a los 250 000 pesos mexicanos (Padilla & Bigurra-Alzati, 2019), por esto, al igual que para la adopción de las TICs en general, muchos empresarios se enfocan en el gasto a ejecutar más que en los beneficios que les podría generar, tales como:

- Interconexión de las múltiples áreas y disciplinas involucradas en el proyecto.
- Optimización de los procesos.
- Mejora de la calidad de los proyectos.
- Mejor gestión de los recursos destinados a la obra.
- Mayor oportunidad de cumplir los plazos proyectados.
- Aumento de la productividad.
- Reducción de costos.

- Mayor comunicación entre todos los agentes involucrados (tanto internos como externos, considerando a los miembros de la organización, clientes, proveedores e interesados).

Con estos datos y revisando el panorama actual en las empresas que forman parte del sector de la construcción podemos ver que México aún se encuentra en una brecha digital que tiene que salvar para ponerse al corriente no solo de las normativas sino de la realidad tecnológica.

### Conclusión

Las tecnologías de la información, y todo lo que implican, resultan de gran relevancia en el ámbito empresarial, transformando los procesos involucrados y maximizando la interacción, comunicación y aprovechamiento de los recursos.

Es evidente que para abrazar esta transformación es necesario un cambio de mentalidad, una profunda renovación en la cultura de la industria de la construcción que siempre ha tendido a trabajar de forma tradicional, aun cuando todas las demás industrias comenzaban su cambio a lo digital incorporando avances tecnológicos desde su atención al cliente hasta la finalización del ciclo de producción y entrega de sus productos y servicios.

Los motivos para embarcarse en esta transición son muchos, pero no debemos perder de vista que se deben aplicar los modelos, métodos y herramientas que vayan acorde con la empresa, la realidad de cada una es distinta y merece ser analizada como una entidad por sí sola para decidir cuáles alternativas de este vasto conjunto de métodos y tecnologías potencializarán su alcance y lo encausarán al logro eficiente de sus objetivos.

### Referencias

- Albarrán Nuñez, J. F. (2019, febrero). El papel de la ingeniería mexicana ante la cuarta revolución industrial. *IC Ingeniería Civil*, 595, 10–15. [https://issuu.com/cicm\\_oficial/docs/ic595\\_final](https://issuu.com/cicm_oficial/docs/ic595_final)
- Centro de Estudios Económicos del Sector de la Construcción. (2019). Valor de la Producción de la Industria de la Construcción, en el estado de JALISCO. Enero—Diciembre 2018 (p. 13). <https://www.cmic.org.mx/cmic/ceesco/2015/valor%20estados%20julio/SITUACI%C3%93N%20JALISCO.pdf>
- CICM oficial. (2020, agosto 26). Germán Elera: Transformación Digital [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=cH\\_J3Y8vrik](https://www.youtube.com/watch?v=cH_J3Y8vrik)
- Durán Alarcón, J. (2017). Diagnóstico del uso de tecnologías en la construcción y factibilidad financiera de un modelo BIM 5D [Maestría, Universidad Panamericana Campus Guadalajara]. <https://scripta.up.edu.mx/bitstream/handle/20.500.12552/4586/104302.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fundación de la Industria de la Construcción para el Desarrollo Tecnológico y de la Productividad, A.C. (FIC). (2017). Resultados Encuesta BIM. [https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados\\_encuesta\\_bim](https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados_encuesta_bim)
- Jessurun Solomou, M. (2021, marzo). La tecnología, no es costo es inversión / Entrevistado por Daniel N. Moser. *IC Ingeniería Civil*, 617, 24–27. [https://issuu.com/cicm\\_oficial/docs/ic617\\_final\\_cicm](https://issuu.com/cicm_oficial/docs/ic617_final_cicm)
- Orozco Vázquez, E. (2018, noviembre–diciembre). Optimización tecnológica del proceso constructivo. *Revista Mexicana de La Construcción*, 636, 34–37. [https://issuu.com/helios\\_comunicacion/docs/rmc-636\\_baja\\_fin](https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/rmc-636_baja_fin)
- Padilla, Y. Ll., & Bigurra-Alzati, C. A. (2019). La influencia de la gestión del cambio en la implementación de BIM en la industria de la construcción Sostenible de México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 6(12), 24–31. <https://doi.org/10.29057/icbi.v6i12.3579>
- Publimetro. (2021, febrero 24). Crece valor de producción de la industria de la construcción en Puebla. Publimetro. <https://www.publimetro.com.mx/mx/puebla/2021/02/24/crece-valor-produccion-la-industria-la-construccion-puebla.html>
- Ruiz, A. de los Á. R. (2015). Tecnologías de la Información y Comunicación (Tic's) en la educación superior a distancia en México: Estudios de derecho, retos y oportunidades. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 12(3), 124–141. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82343214007>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019, julio 5). Plan estratégico MIC. gov.mx. <http://www.gob.mx/shcp/documentos/plan-estrategico-mic?state=published>
- Suárez Zamora, V. M. (2021). Evaluación del impacto del uso de las TICS en la productividad de la PYME constructora de Puebla. *Revista de la Alta Tecnología y Sociedad*, 13(1), 28–41. <https://www.academiajournals.com/revista-alta-tec-y-sociedad>
- Vidali, M. (2020, abril). Nuevas generaciones y nuevas tecnologías. *IC Ingeniería Civil*, 607, 20–23. [https://issuu.com/cicm\\_oficial/docs/ic607\\_final\\_cicm](https://issuu.com/cicm_oficial/docs/ic607_final_cicm)

# Beneficios del Uso de Redes Sociales en las Microempresas

Lic. Andrea López Barba<sup>1</sup>, MITC. Lorena Patricia Bojórquez Guerrero<sup>2</sup>,  
Dra. Lizeth Itzeguary Solano Romo<sup>3</sup> y MA. Flor Moreno Torres<sup>4</sup>

**Resumen**— Las Redes sociales son una herramienta en cualquier estrategia empresarial, están cambiando la forma de hacer negocios, distribuir, exhibir productos y consolidar ventas. Las microempresas requieren adaptarse a entornos competitivos, para satisfacer a sus clientes. Son pocas las que hacen uso de estas herramientas, por desconocimiento o falta de capacitación en su uso. Se realizó un experimento de intervención con 14 microempresas del estado de Aguascalientes, México, con la finalidad de Analizar las diferencias significativas en el uso estratégico de las redes sociales después de recibir capacitación digital. Los datos se analizaron usando las pruebas no paramétricas de T de Wilcoxin y G de Helges encontrando cuatro comportamientos de alta magnitud: (1)La falta de capacitación y (2)la falta de disposición en el uso de redes sociales es un inconveniente, (3)el uso Facebook para beneficio de la empresa y (4)las redes sociales incrementan las utilidades ( $p [G \text{ de Hedges}] > 0.8$ ).

**Palabras clave**— redes sociales, microempresas, capacitación.

## Introducción

Gracias al exponente uso del Internet a nivel global en el siglo XXI, se ha facilitado el vertiginoso crecimiento para el uso de las redes sociales y un sinnúmero de aplicaciones móviles, lo cual ha generado una serie de cambios operativos de las empresas a nivel interno y externo (Aucay y Herrera, 2017). Por lo cual, las estrategias de mercadotecnia, por medio del uso de redes sociales en Internet, va en aumento, ya que facilitan el impacto de mercado de las porque las empresas. abriendo canales de comunicación directa en tiempo real (Barrera, 2017). Según información del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI, 2020), México cuenta con más de 44.2 millones de unidades empresariales, de las cuales el 99.8% son microempresas. Por su parte, el Estado de Aguascalientes, tuvo un registro de más 57 mil empresas, de las cuales el 98% son catalogadas como microempresas, las cuales, con frecuencia requieren de apoyos, orientación y capacitación para seguir creciendo y escalando en el mercado (LJA, 2018).

## Descripción del Método

### *Beneficios del uso de redes sociales.*

Las redes sociales pueden ser una herramienta fantástica para conseguir que personas visiten nuestro perfil, establecer un canal de comunicación con ellos, posicionar la marca, conseguir nuevos clientes y lograr que nos sigan comprando y recomendado a otras personas (Samperó, et al., 2021). Las empresas comparten contenidos cada vez más atractivos generando oportunidades para acercarse al cliente, tomando acciones que aumenten su alcance (Miralles, et al. 2012).

Quienes ya contaban con plataformas digitales se adaptan más fácil y le están sacando mejor provecho. La primera opción para las microempresas que no contaban con una plataforma fue la de vender sus productos por sus perfiles de redes sociales o aplicaciones (Samperó, et al. 2021). Como plantea, el autor, no es una solución milagrosa para cualquier negocio, pero sí resulta altamente efectivo para crear nuevos y potenciales clientes, ampliar la red de proveedores, generar alianzas. Con las redes sociales los clientes saben cómo y dónde pueden encontrarte en tiempo real en cualquier parte del mundo a muy bajo o sin ningún costo obtienes una mayor comunicación e interacción.

<sup>1</sup> Lic. Andrea López Barba es Alumna de la Maestría en Gestión Administrativa del Tecnológico Nacional de México campus Aguascalientes, México egresada de la universidad autónoma de Aguascalientes como licenciada en administración financiera [andrea-l-b@hotmail.com](mailto:andrea-l-b@hotmail.com) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> MITC. Lorena Patricia Bojórquez Guerrero es profesor investigador del Tecnológico Nacional de México campus Aguascalientes, México [l.pbojorquez@hotmail.com](mailto:l.pbojorquez@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dra. Lizeth Itzeguary Solano Romo es profesor investigador de Sistemas de Información en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, [lizeth.solano@edu.uaa.mx](mailto:lizeth.solano@edu.uaa.mx)

<sup>4</sup> MA. Flor Moreno Torres es Profesora del Tecnológico Nacional de México campus Aguascalientes, México, [flor.mt@aguascalientes.tecnm.mx](mailto:flor.mt@aguascalientes.tecnm.mx)

### *Facebook*

Dumortier (2009) lo define como: “«sitio de redes sociales» en el sentido de que es un «servicio basado en la red que permite a los individuos crear un perfil público o semipúblico dentro de un sistema delimitado, articular una lista de otros usuarios con los que tienen conexión y visualizar y entrecruzar su lista de conexiones y las realizadas por otros dentro del sistema” (p.27). Las páginas de Facebook ayudan a las personas a conectarse con tu empresa.

Contar con una página de Facebook para microempresa ayudará a que las personas pueden consultar las opiniones respecto a la empresa, ver qué se dice del servicio o producto, si se publica contenido de valor, se habla de sus beneficios y presentan sus productos o servicios con toda la información necesaria y se tiene siempre sus llamadas a la acción bien definidas, tendrás un considerable éxito ya que hacer uso de Facebook para microempresas servirá para posicionar a la empresa.

### *Instagram*

Panal (2017), la define como una “plataforma digital de comunicación global que pone en contacto a gran número de usuarios. Instagram es una red social a todos los efectos, donde se comparten contenidos y se crea un grupo virtual” (p.3). Esta red social se basa en la publicación de fotos o imágenes y videos relativos a algún hecho o acontecimiento que el usuario puede consultar. Por parte de las microempresas es un tipo de medio en el cual pueden publicar imágenes que se relacionen con la razón de ser de la empresa o proyecto emprendedor, ya sea por medio de la presentación de su producto o servicio, mediante la realización de imágenes que se vuelvan atractivas para los usuarios que permita crear un vínculo por medio del cual sea de su interés investigar más acerca de la empresa.

### *WhatsApp negocios*

La aplicación de WhatsApp Business se diseñó pensando en los propietarios de pequeñas empresas. Con esta app gratuita, las empresas pueden interactuar fácilmente con los clientes mediante herramientas para automatizar y responder con rapidez los mensajes. Cuenta con herramientas que permiten la interacción con otros usuarios ya sea personas o entes económicos mediante el uso de mensajes textuales, mensajes de voz, envío de audios e imágenes o en su caso fotografías, la creación de grupos y la última novedad de integrar la opción para poder compartir archivos. (Martínez y Reynoso, 2016), permitiéndoles comunicarse con clientes en WhatsApp

### *Diseño de la investigación.*

Para el desarrollo de esta investigación se decidió por un enfoque cuantitativo, descriptivo, experimental y longitudinal (Hernández, et al; 2010); por las características de la variable estudiada y las propiedades de la población sobre la que se ha hecho el estudio. El presente estudio queda circunscrito a un grupo de 14 microempresas del Estado de Aguascalientes que, a modo de criterios de inclusión, no cuenten con presencia en el mercado en el uso de redes sociales, o que cuentan con poca presencia, lo cual constituye un área de oportunidad que debe ser atendida mediante la capacitación digital (Gohen y Gómez, 2019).

### *Diseño experimental*

Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental con grupo control no concurrente a microempresas del Estado de Aguascalientes; inscritos en el curso de Capacitación digital. Cuenta con 22 integrantes, definidos como población. El tamaño de la muestra fue censo, ya que participaron la totalidad de la población objeto de estudio (Hernández y Mendoza, 2020).

En el primer periodo temporal se reclutaron los integrantes del grupo de intervención. Fueron incluidos entre abril y mayo de 2021. A todas los participantes se les pidió contestar un cuestionario de conocimiento y actitudes ante el uso estratégico de redes sociales de microempresas, diseñado específicamente para este estudio. Utilizando un cuestionario con escala tipo Likert positiva para el diagnóstico de los participantes, el cual consta de 7 preguntas para la dimensión: uso empresarial, 7 para la dimensión contenido digital, 9 para la dimensión



percepción empresarial, 8 para la dimensión estrategia de venta, mercadotecnia y publicidad; y por último 6 para la dimensión estrategia de comunicación y administración.

La capacitación se realizó en el mes de octubre del 2021 y se componía de cinco fases. En la primera se proyectaba la información general de las redes sociales, en una segunda etapa se abordó el uso de WhatsApp® Instagram® y Facebook® como herramientas para comunicación, presencia de marca y venta en redes sociales. En una tercera y cuarta fase se abordó las herramientas restantes. En la última parte del taller se abrió una ronda de preguntas para garantizar la comprensión de los temas por parte de las integrantes del curso. El taller tenía una duración de alrededor de 20 horas presenciales y 20 horas de trabajo en casa.

El periodo de seguimiento comprendió las cuatro primeras semanas tras terminar el curso. Se contactaba con las participantes, y se les aplicaba por segunda ocasión el cuestionario diseñado donde se recogía el grado de percepción respecto a la variable de estudio después de la intervención. Por medio de análisis de fiabilidad se obtuvieron valores entre 0.805 a 0.979, considerando su alta su consistencia interna.

#### *Procedimiento para el análisis de datos*

Una vez obtenidos los datos de toda la muestra se procedió a generar una matriz de información, la cual se realizó realizada en Excel de Microsoft e importada al Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales SPSS, el cual cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar los cálculos correspondientes, como preparación para las técnicas estadísticas que se aplicaron como el cálculo de estadísticas descriptivas, y diferencia significativa entre las medias de los comportamientos en el uso estratégico de redes sociales.

#### *Análisis demográfico*

Para el análisis demográfico se aplicó la metodología sugerida por Pérez (2014), la cual describen como el análisis profundo de las observaciones a través de un orden establecido para la obtención, análisis y presentación de cálculos, cuadros, tablas, graficas, ilustraciones; las cuales permiten al lector asimilar de manera ordenada los datos, por medio de resúmenes y descripciones. Se recogieron variables sociodemográficas. Para el tratamiento y análisis de los datos se describieron con frecuencia absolutas y porcentaje para las variables categóricas.

#### *Dos muestras con datos relacionados*

Para la comparación del grupo experimental y valorar el seguimiento de los participantes se utilizaron pruebas de contraste de hipótesis para datos apareados, T de Wilcoxin (significación asíntota bilateral) y G de Helges (efecto) en función de la naturaleza de las variables. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS. La prueba T de Wilcoxon es un procedimiento estadístico de significancia no paramétrico. Se supone que se emplea un diseño de muestras relacionadas, que la variable independiente es dicotómica y la variable dependiente es una variable continua y cuya medición es por lo menos ordinal (Gómez, et al. 2003). La prueba T de Wilcoxon evalúa la probabilidad de que las diferencias encontradas entre dos muestras relacionadas se deba únicamente el error de muestreo a partir de la comparación de pares y tiene la ventaja de que da más peso a las diferencias mayores (Miller y Miller, 1993). La prueba G de Hedges es una medida estandarizada del tamaño del efecto. El incremento en la puntuación directa de un test sería una medida del tamaño del efecto no estandarizada. Las medidas estandarizadas hacen que se puedan comparar evaluaciones realizadas con distintas pruebas y escalas. La forma como lo hacen la D de Cohen y la G de Hedges es basándose en la media. Estas medidas del tamaño del efecto nos dicen cuántas desviaciones típicas mide el efecto (Sánchez, et al. 2014).

### **Comentarios Finales**

#### *Resultados demográficos*

De los participantes el 28% fueron hombres y el 71.4% mujeres. El 57.1% tiene entre 18 a 30 años, el 28.6% tiene entre 31 a 40 años y el 14.3% tiene 51 o más años. De los cuales el 14.3% tienen bachillerato, el 42.9% tienen licenciatura, el 7.1% una especialidad y el 53.7% una maestría. De los participantes el 100% maneja las redes sociales de la microempresa. De los encuestados, el 50% invierte una hora al día para atender las redes sociales, el 35.7% invierte dos horas, el 7.1. invierte 4 o 5 horas respectivamente. De los cuales, el 21.4% tienen el puesto de asistente o secretario, el 35.7% son empresarios, el 28.6% son gerentes generales, el 7.1% es

encargado de mercadotecnia o ventas, respectivamente. El 7.1% está de acuerdo en que la capacitación ayuda a obtener nuevos conocimientos de autoaprendizaje, el 92.9% esta total mente de acuerdo con la anterior afirmación.

### *Resultados estadísticos*

#### Uso empresarial

El uso de Facebook por parte de las microempresas es intensivo, el 42.9% las utiliza todos los días o casi todos los días, respectivamente, el 14.3% manifestó utilizarlo casi nunca. Por el contrario, el uso de Instagram para beneficio de la empresa está dividido, ya que el 14.3% de los participantes manifestaron que nunca lo usan aun después de la capacitación. El 7.1% casi no lo usa, el 35.7% lo usa casi todos los días y el 42.9% lo usa diariamente. WhatsApp, por lo contrario, es una herramienta que el 64.3% lo utiliza todos los días y el 28.6% casi todos los días. Siendo la herramienta más utilizada para el comercio de las microempresas.

LinkedIn es una red en desuso, el 42.9% de los participantes nunca la utilizan, el 50% casi nunca la han utilizado y solo el 7.1% la utilizado para beneficio de la empresa. El uso de YouTube tampoco es considerado como herramienta esencial. El 42.9% de los participantes nunca lo ha usado o casi nunca lo usado como herramienta de beneficio de la empresa. En el uso del TickTock, el 35.7% de los participantes manifestó nunca haberlo usado, el 28.6% casi unca, el 7.1% ocasionalmente, el 21,4% casi todos los días y el 7.1% todos los días con el objetivo de beneficiar a la empresa.

#### Contenido digital

El 42.9% de los participantes manifestaron que publican todos los días o casi todos los días en sus redes sociales, respectivamente. El 14.3% casi nunca. De los cuales, el 42.9% diariamente o casi diario proporciona por estos medios información a los clientes. El 35.7% muestra diariamente promociones vigentes, el 42.9% casi todos los días actualiza sus promociones. La publicación de videos con información de productos o de la empresa, tiene similar situación el 64.3% no lo realiza, siendo una oportunidad de comunicación no aprovechada. Los concursos para dar a conocer productos o reafirmar la relación con los clientes también no son utilizados, el 57.1% casi nunca los usa y el 21.4% nunca los ha utilizado. El 71.4% de los participantes manifestó que por estas herramientas vendes sus productos o servicios

#### Percepción empresarial

El 78.6% de los participantes están totalmente de acuerdo que la calidad de los contenidos en las redes sociales aumenta la interacción con los clientes. El 85.7% está totalmente de acuerdo que la publicidad en redes sociales es útil, efectiva y de bajo costo. El 79.6% está totalmente de acuerdo que las redes sociales atraen nuevos clientes y mantienen a los actuales. El 78.6% está totalmente de acuerdo que la rapidez en las respuestas en las redes sociales aumenta la confianza de los clientes. La misma cantidad de participantes está totalmente de acuerdo que las redes sociales mejoran el posicionamiento de la marca y/o empresa y que las redes sociales son una herramienta para que los clientes busquen opiniones de otros clientes para formalizar la venta.

El 71.4% de los participantes están totalmente de acuerdo que las redes sociales son una herramienta para tener comunicación con los clientes y proveedores. El mismo número está totalmente de acuerdo que las redes sociales son una herramienta para tener una comunicación interna. El 78.6% está totalmente de acuerdo en que las redes sociales incrementan las utilidades de la empresa

#### Dos muestras con datos relacionados

Utilizando la prueba T de Wilcoxon y en complemento con la Prueba G de Hedges para la determinación del tamaño del efecto (ver tabla 1). Como se puede observar 13 comportamientos con una diferencia estadística significativa, de los cuales hay cuatro comportamientos que se pueden considerar como de alta magnitud ( $p$  [G de Hedges]  $>0.8$ ): La falta de capacitación en el uso de redes sociales para el negocio es un inconveniente, Uso Facebook para beneficio de la empresa, Las redes sociales incrementan las utilidades de la empresa y La falta de disposición en el uso de redes sociales para el negocio es un inconveniente. Siete

comportamientos considerados de media magnitud ( $p$  [G de Hedges]  $>0.5$ ); y dos comportamientos de pequeña magnitud ( $p$  [G de Hedges]  $>0.2$ ).

Tabla 1.

Comparación de las puntuaciones del curso en dos momentos

Comportamientos	Pretest Mediana (rango)	Post-test Mediana (rango)	Z	Sig. Asintótica (bilateral)	G de Helges Efecto
La falta de capacitación en el uso de redes sociales para el negocio es un inconveniente	3.79 (3)	2.14 (3)	-2.969	0.003	1.336
Uso Facebook para beneficio de la empresa	3.29 (4)	4.14 (3)	-2.652	0.008	0.929
Las redes sociales incrementan las utilidades de la empresa	3.79 (4)	4.79 (1)	-2.754	0.006	0.844
La falta de disposición en el uso de redes sociales para el negocio es un inconveniente	2.50 (3)	1.79 (2)	-2.486	0.013	0.81

Fuente: Elaboración propia (2021)

### Discusión

Podemos aseverar que existe una diferencia significativa entre las medias de los comportamientos en el uso estratégico de redes sociales de microempresas de Aguascalientes que tomaron el curso Capacitación digital en el uso de redes sociales ( $\text{sig.}0,001 < 0,05$ ). Los participantes consideran más útiles los comportamientos de uso estratégico de redes sociales después de la implantación del Curso de Capacitación digital.

Donde los participantes cambiaron de forma positiva la percepción antes y después de tomar la capacitación. Cómo se puede observar el más significativo es la percepción de la falta de capacitación en redes sociales es un inconveniente. Los participantes no creían necesario recibir alguna instrucción formal al respecto, pero después del curso manifestaron la importancia de recibir herramientas para el manejo de las redes sociales. Otro es que ahora perciben Facebook como una herramienta que da beneficios a la empresa, si es manejada como herramienta de ventas y mercadotecnia. Por último, aprendieron como por medio de redes sociales se pueden incrementar las ventas y por tanto las utilidades de la empresa. Entre otros.

### Conclusiones

Los resultados demuestran que los participantes cambiaron de forma positiva la percepción de las redes sociales después de tomar la capacitación. Se observa que la falta de capacitación es un obstáculo para las microempresas. Después de la capacitación perciben Facebook, Instagram y WhatsApp negocios como una herramienta que da beneficios a sus microempresas con el incremento de ventas, publicidad a bajo o ningún costo, posicionamiento de la marca, captación de nuevos clientes y por tanto las utilidades de la empresa. La capacitación digital a microempresas de Aguascalientes nos permitió establecer que el diseño del curso propuesto y aplicado tiene una diferencia estadística significativa en varios comportamientos de las distintas variables (con un nivel de significancia de  $\alpha 0,05$ ) y con un tamaño del efecto de alta, mediana y baja magnitud.

### Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda un replica en algún otro nicho o replica en otro municipio, estado o país, o bien en un sector diferente, para tener un mayor número de unidades económicas activas, con un objetivo de incrementar los datos para la comparación entre sectores. También este estudio servirá a futuros investigadores para ampliar sus dimensiones en la búsqueda del marco teórico y coincidencias entre los conceptos empleados o definiciones, pero con el objetivo que desarrollen sus propios términos más precisos.

### Referencias

Aucay Piedra, E., & Herrera Torres, P. (2017). Nivel de uso de las redes sociales en el proceso de comunicación en las MIPES de Cuenca. Revista de Ciencias de la Administración y Economía, VIII (14), 81-98

- Barrera, G. (2017). Relación de capacitación con adopción de internet y e-commerce: diferencias entre micro emprendedores de Chile. *Información Tecnológica*, XXVIII (6), 61-70.
- Dumortier, F. (2009). Facebook y los riesgos de la «descontextualización» de la información. *IDP. Revista de Internet, Derecho y Política*, (9), 25-41.
- Gohen, N. Gómez Rojas, G. (2019). *Metodología de la investigación ¿para qué? La producción de los datos y los diseños*. Editorial Teseo.
- Gómez-Gómez, M., Danglot-Banck, C., & Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. ¿Cuándo usarlas? *Revista mexicana de pediatría*, 70(2), 91-99.
- Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial McGrawHill.
- LJA. (2018). El 98 por ciento del as 57 mil empresas en Aguascalientes son Mipymes. Obtenido de LJA: <https://www.lja.mx/2018/11/el-98-por-ciento-de-las-57-mil-empresas-en-aguascalientes-son-mipymes/>
- Martínez Oviedo, A. F., & Reynoso Ibarra, O. Y. (2016). Las redes sociales como impulsor en el crecimiento de los Emprendedores y las MiPyMes. *Revista de Negocios & PyMES*, II(5), 43-44.
- Miller, J. C. y Miller, J. N. (1993). *Estadística para química analítica*. Segunda edición. Wilmington, Delaware, E.U.A: Addison Wesley Iberoamericana, S.A.
- Miralles, F., Giones, F., & Muñoz, I. (2012). Estudio del uso de las redes sociales por 42 las empresas. De: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4963.2805>
- Panal Prior, A. (2017). El uso de Instagram en los medios de comunicación deportivos: análisis de Bleacher Report, L'Equipe y Marca.
- Pérez, M. A. I. R. (2014). Uso e impacto de las redes sociales en las estrategias de marketing de las PyME's. *Revista de Investigación Académica Sin Frontera*, 19.
- Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., Machuca Vivar, S. A., Arrobo Lapo, E. V., Sampedro Guamán, C. R., Palma Rivera, D. P., Machuca Vivar, S. A., & Arrobo Lapo, E. V. (2021). Transformación digital de la comercialización en las pequeñas y medianas empresas a través de redes sociales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 484-490.
- Sánchez-Sánchez, J., Yagüe, J. M., Fernández, R. C., & Petisco, C. (2014). Efectos de un entrenamiento con juegos reducidos sobre la técnica y la condición física de jóvenes futbolistas.[Effects of small-sided games training on technique and physical condition of young footballers]. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 10(37), 221-234.

## Diseño de un Sistema de Enfriamiento Controlado para Reducir los Problemas de Distorsión en Componentes Automotrices

Dr. Ricardo Daniel López García<sup>1</sup>, Dr. Israel Medina Juárez<sup>2</sup>,  
Dra. Araceli Maldonado Reyes<sup>3</sup> y Luis Álvaro Ramírez Urvina<sup>4</sup>

**Resumen**—Uno de los problemas recurrentes durante el proceso del tratamiento térmico de temple, es lo relacionado con la distorsión y agrietamiento de componentes mecánicos. Variables como, el tamaño de grano, agitación del baño, el medio de enfriamiento, la dirección y velocidad de inmersión, están relacionadas con fallas en componentes. El objetivo del presente trabajo fue estudiar las variables que intervienen durante el templado de componentes mecánicos, y analizar los fenómenos que favorecen la reducción de la distorsión. Se construyó un sistema de enfriamiento con agitación variable, y las piezas utilizadas se instrumentaron mediante termopares tipo K, se utilizó una tarjeta de adquisición de datos para el registro de la historia térmica, y un brazo robotizado controló la velocidad de inmersión. Se utilizó un software de simulación numérica para reproducir las variables del proceso utilizadas experimentalmente. Los resultados obtenidos muestran que existen condiciones ideales que favorecen la disminución de la distorsión y mejoran las propiedades mecánicas.

**Palabras clave**—distorsión, esfuerzos residuales, sistema de enfriamiento, historia térmica.

### Introducción

El tratamiento térmico de temple es de los procesos industriales más utilizados para incrementar las propiedades mecánicas (dureza y resistencia) de las piezas y/o componentes metálicos, lo anterior mediante la transformación de austenita a martensita. Sin embargo, es conocido que durante la etapa de enfriamiento se presentan diferentes fenómenos térmicos-mecánicos-metalúrgicos que perjudican las propiedades mecánicas, tales como, la distorsión, agrietamiento y fracturas de las piezas templadas (Denis et al. 1987 y Li et al. 2013). Lo anterior es atribuido tanto a los altos gradientes térmicos ocasionado por las diferencias de temperatura en la superficie y centro de la pieza, como la transformación martensítica, además estas pueden presentarse al mismo tiempo y ocasionar fallas no reversibles en las piezas y componentes.

Un aspecto sobresaliente que le permite a los aceros ser ampliamente utilizados con éxito en la ingeniería, es su posibilidad de modificar sus propiedades mecánicas en un amplio espectro con el empleo de tratamientos térmicos controlados (Fakir et al. 2020). Cuando se enfría un acero desde su temperatura austenítica a una velocidad de enfriamiento lenta, se obtiene una microestructura que favorece a la aparición de fases con un bajo nivel de esfuerzos residuales dentro del material. Sin embargo, si se desea obtener altas propiedades mecánicas tales como resistencia y dureza en un rango elevado, se requiere utilizar velocidades de enfriamiento altas que promuevan la transformación austenita a martensita, siendo esta última la deseada en los aceros por sus altas propiedades mecánicas (Totten 2006). Para estas condiciones, las velocidades de enfriamiento no son uniformes lo que cual conduce a la generación de esfuerzos internos que dependiendo de la magnitud pueden llegar a ser perjudiciales para los componentes templados.

En componentes mecánicos que requieren de controles dimensionales altamente precisos, tales como los componentes utilizados en la industria automotriz y aeroespacial, el fenómeno de la distorsión que puede presentarse en la etapa de enfriamiento durante el temple representa un problema significativo en la calidad y precisión dimensional de las piezas. Es conocido que la distorsión es causada por el efecto combinado de los esfuerzos de origen térmico y por transformaciones de fase principalmente austenita-martensita (Şimşir y Gür 2008 y Guan et al. 1997). Este estado de esfuerzos residuales es el responsable del origen y la propagación de grietas y fracturas producidas en las piezas tratadas térmicamente. La distorsión puede aparecer con mayor frecuencia en componentes con geometrías complejas, cambios de secciones y reducción de espesores, que dan lugar a diferentes velocidades de enfriamiento, afectando la velocidad crítica de enfriamiento necesaria para lograr un endurecimiento completo y uniforme en la pieza de trabajo. Esta variación en la velocidad de enfriamiento en las diferentes secciones del componente tiene una

<sup>1</sup> El Dr. Ricardo Daniel López García, es Investigador del TECNM/Campus Cd. Victoria, Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial y de la carrera de Ing. Mecánica, [ricardo.lg@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:ricardo.lg@cdvictoria.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Israel Medina Juárez, es Investigador del TECNM/Campus Cd. Victoria, Profesor de la Maestría en Ingeniería Industrial, [israel.mj@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:israel.mj@cdvictoria.tecnm.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Araceli Maldonado Reyes, es Investigadora del TECNM/Campus Cd. Victoria y profesora adscrita a la Carrera de Ingeniería Mecánica, [araceli.mr@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:araceli.mr@cdvictoria.tecnm.mx)

<sup>4</sup> Luis Álvaro Ramírez Urvina, es alumno de la carrera de Ingeniería Mecánica del TECNM/ Campus Cd. Victoria realizando su proyecto de residencias profesionales, [L16380524@cdvictoria.tecnm.mx](mailto:L16380524@cdvictoria.tecnm.mx)

influencia importante en la microestructura y propiedades mecánicas finales en el material. Otros parámetros como, la dirección y velocidad de inmersión, y el coeficiente de transferencia de calor han sido estudiadas por varios investigadores, determinando que estos juegan un papel importante en la magnitud de la distorsión de las piezas (Yaakoubi et al. 2013, Koen y Marc 2017 y De Oliveira et al. 2013).

Entre los componentes mecánicos e industriales más afectados por el fenómeno de la distorsión y el desgaste, se encuentran elementos mecánicos como ejes, flechas, engranes, tornillos de alta resistencia, resortes, muelles entre otros, los cuales durante su funcionamiento están sometidos a cargas constantes y repetitivas. Los esfuerzos residuales que conserven al final de su procesamiento serán determinantes en la vida útil de estos. El desgaste que sufren estos componentes esta relacionado con los altos niveles de esfuerzos a los cuales están sometidos, los cuales provocan la aparición y propagación de grietas bajo la acción repetida de estos.

Lo mencionado anteriormente, pone en evidencia la importancia de definir las condiciones óptimas del proceso de enfriamiento durante el templado con la finalidad de garantizar la precisión dimensional y propiedades mecánicas deseadas en los componentes templados. Un aspecto importante para considerar es el análisis experimental para este tipo de procesos, donde se requiere considerar las interacciones complejas que intervienen en el proceso tales como, la composición química del acero, las transformaciones de fase, los mecanismos de transferencia de calor, las interacciones mecánicas, las condiciones de frontera y las variables propias del proceso de temple, lo que conduce a un proceso de alto costo y robusto en la manipulación de variables utilizando investigación experimental.

La compleja relación entre la contracción térmica y la expansión resultante de la transformación austenita-martensita provoca la generación de campos de esfuerzos internos, si estos se encuentran en magnitudes superiores al esfuerzo de cedencia del material producirá una deformación plástica considerable. Por tal motivo, el empleo de modelos matemáticos basados en métodos de elementos finitos (MEF) capaces de predecir la interacción entre las diferentes variables que están involucradas en el proceso de temple, son de gran utilidad para mejorar las condiciones de estos procesos. Sin embargo, debido a su complejidad no existe una solución analítica a las ecuaciones que gobiernan los fenómenos presentes, en particular considerando un caso tridimensional y en estado transitorio, en este sentido es necesario determinar una teoría de acoplamiento termo-mecánico-metalúrgico. Varios investigadores (Huang et al. 2000; Şimşir 2014, Kang et al. 2007 y Basak y Levitas 2019) han propuesto diversos casos de simulación numérica empleando (MEF) para dar solución a esta problemática, paquetes de software comerciales aplicando MEF son ANSYS, DANTE, FORGE, HEARTS, TRANS y DEFORM-3D (Gür y Pan, 2009). La simulación del proceso de temple es altamente sensible a la precisión de los datos de entrada, aunado a esto las simulaciones de este tipo requieren de un número importante de datos del material de trabajo y las condiciones de frontera entre el material y el medio de enfriamiento (Serajzadeh, 2004 y Wolff et al. 2005), lo que hace que la adquisición precisa de los datos de ingreso sea vital para la obtención de resultados confiables. Estos datos de entrada están en función de la temperatura y la composición química, lo que conduce a que incremente la cantidad de información a obtener,

En este contexto, los procesos industriales que utilizan tratamientos térmicos para la fabricación de piezas o componentes metálicas que se encuentran en constante fricción, desgaste o sometidos a un alto nivel de esfuerzos mecánicos, y que a su vez requieren de altas propiedades mecánicas como lo son la mayoría de las piezas de acero utilizados en la industria automotriz, hace de vital importancia profundizar en el conocimiento de los fenómenos que ocurren durante la etapa de enfriamiento. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue diseñar un sistema de enfriamiento para el templado de piezas metálicas acoplado de tal manera que sea capaz de controlar y medir las diferentes variables que intervienen y afectan las propiedades de los componentes templados. Las variables medidas fueron la velocidad de inmersión, el coeficiente de transferencia de calor y a dirección de inmersión. Los datos obtenidos fueron utilizados para entender el comportamiento de este tipo de materiales bajo diferentes condiciones de operación.

## METODOLOGÍA

### *Material utilizado en la experimentación.*

El material utilizado en la investigación fue un acero de medio contenido de carbono C SAE 4340 teniendo, entre sus principales elementos de aleación están el Ni y el Cr. La composición química del acero proporcionada por el proveedor consiste en (0.4% de C, 0.89% de Cr, 0.25% de Mo, 1.80% de Ni, 0.7% de Mn, 0.3% de Si, 0.021% de S, 0.005% de P y Fe en balance).

### *Diseño de la probeta.*

Para los tratamientos térmicos de temple se maquinaron piezas de este acero a partir de una barra con un diámetro de 2 in, la geometría y dimensiones (mm) de las piezas empleadas en el desarrollo experimental es mostrada en la Figura 1. El diseño de la probeta se realizó en el software Solidwork´s y fue utilizada para analizar el comportamiento

de las distorsiones, deformaciones y propiedades mecánicas del material después de los tratamientos térmicos. Las probetas se midieron antes y después del tratamiento térmico mediante el uso de un micrómetro, un calibrador de 1 y 2 in, y herramientas de interiores.

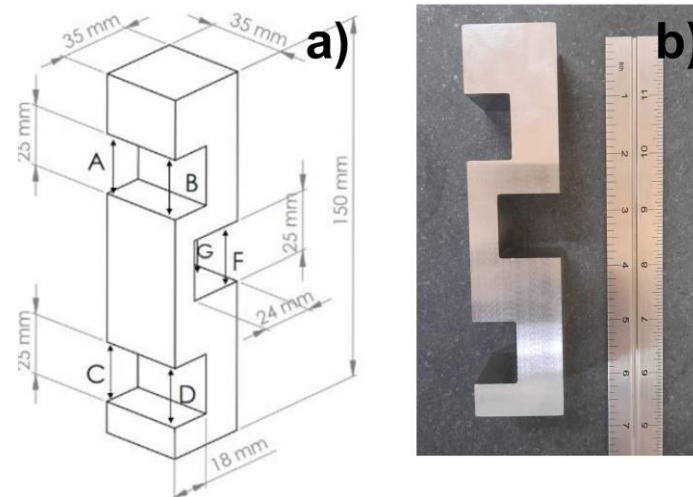


Figura 1.- a) Dimensiones de la pieza diseñada en solidwork's y b) Pieza maquinada utilizada en los experimentos.



Figura 2.- Equipos utilizados en la instrumentación y tratamiento térmico de temple controlado.

### ***Tratamiento térmico e instrumentación de la probeta.***

Los tratamientos térmicos se llevaron a cabo en un horno eléctrico tipo mufla marca Thermolyne 3500, las muestras utilizadas primero se instrumentaron con termopares tipo K, fijados en la superficie de la pieza mediante soldadora por puntos y conectados a una tarjeta de adquisición de datos de 10 canales marca OMEGA, que permitió analizar la historia térmica de las piezas bajo diferentes condiciones de procesamiento. Las piezas se calentaron a una velocidad de calentamiento de 5°C/min hasta llegar a una temperatura de austenizado de 870°C y una vez alcanzada se mantuvo por un tiempo de 45 min para lograr una microestructura completa de austenita. El temple se realizó en un medio de temple de aceite a 55°C, la agitación del líquido se realizó mediante la acción de una bomba de ½ hp. El equipo utilizado es mostrado en la Figura 2, donde se puede observar el proceso completo del tratamiento térmico controlado. Una variable considerada en el tratamiento fue la velocidad de inmersión la cual fue de 40 mm/s para todas las muestras, y esta fue controlada mediante un brazo robotizado utilizando servomotores para controlar el movimiento. La posición de la pieza al entrar al medio líquido fue en dirección vertical de la pieza y horizontal, lo anterior para analizar si existe una relación con la posición de inmersión. Las variables utilizadas son presentadas en la Tabla 1.

Muestra	Temp. de Aust. (°C)	Tiempo de Aust. (min)	Medio de temple	Vel. de inmersión (mm/s)	Orientación de la pieza
1	870	45	Aceite	40	Horizontal
2	870	45	Aceite	40	Vertical

Tabla 1.- Condiciones del proceso de tratamiento térmico de temple.

**Simulación numérica.**

Las pruebas de simulación se realizaron en un software comercial de elementos finitos. El dominio computacional fue el obtenido en el software Solidwork´s (Figura 1), se utilizó un modelo tridimensional de 100,000 elementos y 35,000 nodos. Para que la simulación fuera lo más cercana a la realidad del proceso de enfriamiento se utilizaron propiedades termofísicas del material disponibles en la literatura, datos obtenidos de resultados experimentales y adicionalmente se obtuvieron datos del software JMatPro. Para esto se consideró la composición química del acero SAE 4340, así mismo, se consideraron las interacciones térmicas, la relación de los esfuerzos implicados, las deformaciones elástica-plástica y la evolución de la microestructura.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Figura 3, se muestra el comportamiento de la historia térmica del acero estudiado, obtenida en dos posiciones de la parte superficial de la pieza, y para las dos condiciones de inmersión estudiadas. La historia térmica para ambas muestras presenta un comportamiento similar para las dos inmersiones analizadas. Sin embargo, se puede observar que para la posición de inmersión vertical presenta un diferencial de gradiente de temperatura menor, demostrando que en esta posición la disipación de calor de la pieza es más homogéneo, favoreciendo a contar con un bajo gradiente térmico y la posibilidad de contar con una menor magnitud de esfuerzos residuales y distorsión. No así para la condición de inmersión horizontal donde se puede observar un mayor diferencial de gradiente de temperatura desde la temperatura de austenizado hasta una temperatura cercana a 300 °C.

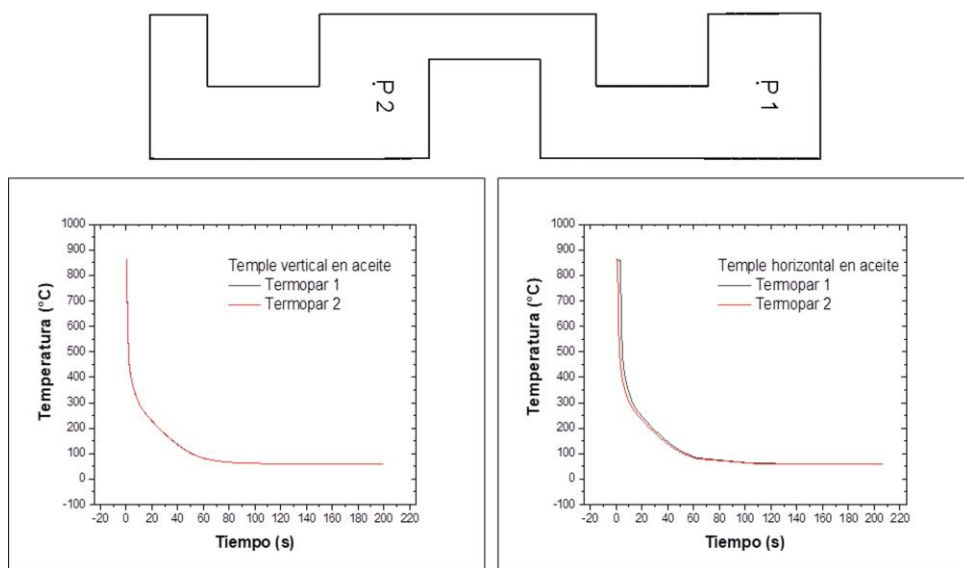


Figura 3.- Curvas de enfriamiento obtenidas de dos posiciones en la pieza, para ambas direcciones de inmersión.

En la Figura 4, se observa la distribución de dureza en escala HRC en la parte central de la pieza estudiada. Se realizaron 11 mediciones en diferentes secciones de la pieza considerando que en análisis fuera en toda la sección longitudinal de la pieza. Se puede observar que la distribución de dureza para la dirección vertical es más homogénea y la concentración de dureza esta cercana a 56.7 HRC, mientras que para la dirección de inmersión horizontal existe una distribución heterogénea de dureza en el material la cual se encuentra en rangos de 51 a 56 HRC. Esto hace evidente que la dirección vertical favorece a una mejor distribución de dureza y se traduce en mejores propiedades del material.



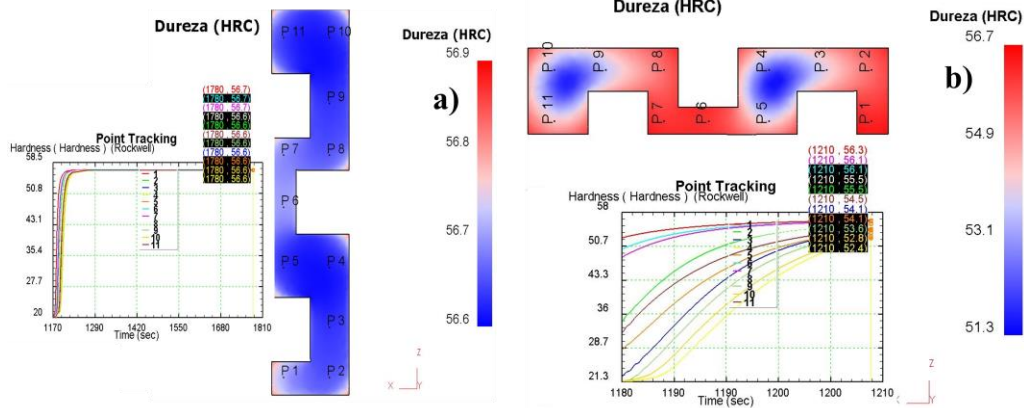


Figura 4.- Distribución de dureza a lo largo de la sección longitudinal de la pieza en la parte central, a) inmersión vertical y b) inmersión horizontal.

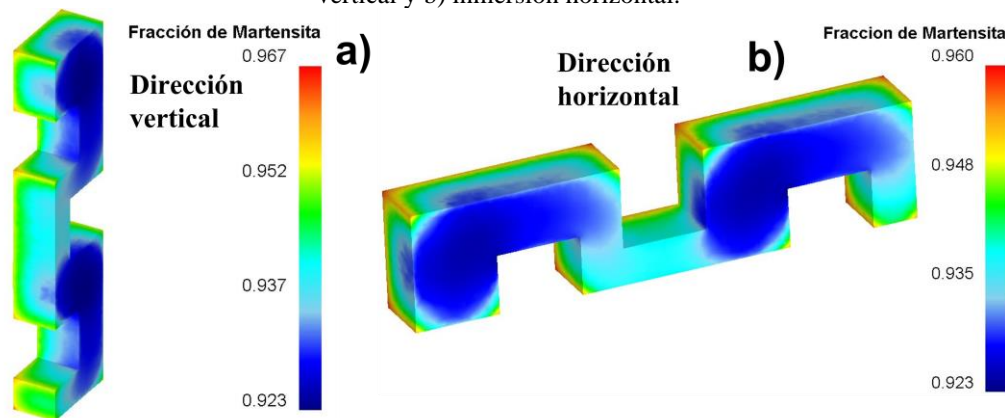


Figura 5.- Distribución de martensita a lo largo de la sección horizontal en la parte central de la pieza, a) inmersión vertical, y b) inmersión horizontal.

En la Figura 5, se muestran las piezas enfriadas después del temple en aceite, se puede observar la distribución a lo largo de la sección longitudinal de la pieza mostrando la fase martensita que es la deseada en estos aceros. Para ambas condiciones de inmersión se observa que presentan una distribución homogénea de martensita a lo largo de la pieza, sin embargo, en las esquinas de la pieza en la superficie la concentración de martensita es más elevada 96% y en el núcleo de esta se encuentra en 92%, el porcentaje de la fase restante es austenita retenida.

En la Figura 6, se presenta el desplazamiento o distorsión que presentaron las piezas en función de las condiciones de temple. Ambas muestras iniciaron con una apertura medida en los puntos P4 a P8 (Figura 4) de 23.93 mm, y posterior al enfriamiento y a la condición de inmersión se puede observar que, para la dirección vertical se desplazó 0.07 mm mientras que para la dirección horizontal el desplazamiento medido fue de 0.62 mm, lo que demuestra que existe una dirección de inmersión que favorece a la obtención de una menor magnitud de deformación o distorsión de la pieza durante el enfriamiento.

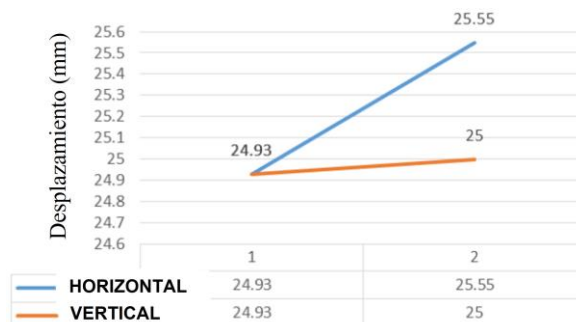


Figura 6.- Distorsión presente en los componentes templados para las dos posiciones de inmersión estudiadas.

## CONCLUSIONES

Después de analizar los resultados obtenidos de los tratamientos térmicos y de las simulaciones realizadas del proceso de temple de las piezas diseñadas para un acero SAE 4340, y con el objetivo de determinar la relación entre las diferentes variables estudiadas y la distorsión presente en las piezas, se puede concluir lo siguiente:

Las propiedades mecánicas como la dureza, así como las fases presentes después del enfriamiento, la distorsión y la historia térmica obtenida del temple de las piezas templadas y las obtenidas mediante simulación numérica muestran un buen arreglo, por lo que se puede validar el modelo matemático para la predicción de las diferentes condiciones de enfriamiento utilizadas. La historia térmica para ambas condiciones fue muy similar durante el enfriamiento, sin embargo, mostro mejor arreglo cuando la posición de inmersión fue vertical al baño. La distribución de dureza y la microestructura de las fases obtenidas se encuentran distribuidas de manera más homogénea en la pieza para una condición de inmersión vertical. La distorsión presente en el material se hace más evidente y de mayor magnitud cuando la condición de inmersión es horizontal.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO por el financiamiento del proyecto de la presente investigación con número (e4f35p) y clave 11358.21-P.

## REFERENCIAS

- Basak, A., Levitas, V.I. "Finite element procedure and simulations for a multiphase phase field approach to martensitic phase transformations at large strains and with interfacial stresses", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 343, No. 1, 368-406, 2019.
- Denis, S., Sjöström, S. y Simon, A. "Coupled temperature, stress, phase transformation calculation", *Metallurgical Transactions A*, Vol. 18, No. 1, 1203-1212, 1987.
- De Oliveira, W.P., Savi, M.A. y Pacheco, P.M.C.L. "Finite element method applied to the quenching of steel cylinders using a multi-phase constitutive model", *Archive Applied Mechanics*, Vol. 83, No. 1, 1013-1037, 2013.
- Fakir, R., Barka, N., Brousseau, J. y Caron-Guillemette, G. "Analysis of the mechanical behavior of AISI 4140 steel cylindrical specimens heat treated with fiber laser", *Journal of Manufacturing Processes*, Vol. 55, No. 1, 41-56, 2020.
- Guan, Y.H., Chen, T.L., Wang, H.G. y Zhang, J.T. "The prediction of the mechanical properties of metal during laser quenching", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 63, No. 1, pp. 614-617, 1997.
- Huang, D., Arimoto, K., Lee, K., Lambert, D. y Narazaki, M. "Prediction of quench distortion on steel shaft with keyway by computer simulation". *ASTM Proceedings: Heat Treating*, Vol. 2, 708-712, 2000.
- Kang, S.H. y Im, Y.T. "Thermo-elastic-plastic finite element analysis of quenching process of carbon steel", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 192-193, 381-390, 2007.
- Koen, D. y Marc, S. "The effect of size on the distortion behavior after carburization and quenching processes of gears" *International Journal Metallurgical and Materials Engineering*, Vol. 3, 139-148, 2017.
- Li, Z., Freborg, A.M., Hansen, B.D. y Srivatsan, T.S. "Modeling the effect of carburization and quenching on the development of residual stresses and bending fatigue resistance of steel gears", *Journal of Materials Engineering and Performance*, Vol. 22, 664-672, 2013.
- Şimşir, C. y Gür, C. H. "3D FEM simulation of steel quenching and investigation of the effect of asymmetric geometry on residual stress distribution", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 207, 211-221, 2008.
- Serajzadeh, S. "Modelling of temperatura history and phase transformation during cooling of steel", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 146, No. 3, 311-317, 2004.
- Şimşir, C. "Modeling and simulation of steel heat treatment-prediction of microstructure, distortion, residual stress, and cracking", *ASTM Handbook Steel Heat Treating Technologies*, Vol. 4, 409-466, 2014.
- Totten, G. E. "Steel Heat Treatment Metallurgy and Technologies", Chapter 10, Distortion of heat treated components, Second Edition, Portland State University, Ed, 614-648, 2006.
- Yaakoubi, M., Kchaou, M y Dammak, F. "Simulation of the thermomechanical and metallurgical behavior of Steel by using ABAQUS software", *Computational Materials Science*, Vol. 68, 297-306, 2013.
- Wolff, M., Bohm, M., Lowisch, G. y Schmidt, A. Modelling and testing of tranformation-induced plasticity and stress-dependent phase transformation in steel via simple experiments", *Computational Materials Science*, Vol. 32, 604, 2005.

# Análisis *In Silico* del Interactoma de NLRP3 y su Participación en la Expresión de Moléculas Proinflamatorias en la Isquemia Cerebral

Francisco Javier López González<sup>1</sup>, Dr. Hugo Sánchez Hernández<sup>2</sup>

**Resumen**— En la actualidad los tratamientos para tratar un accidente cerebrovascular isquémico consisten en la administración de anticoagulantes y fármacos que alivian la presión arterial y el colesterol (Barthels y Das, 2020), además de propuestas que han sido enfocadas en las alteraciones bioquímicas en el encéfalo; tales como antioxidantes y bloqueadores de iones. Más recientemente están los tratamientos implicados en las vías de señalización con el uso de micro-ARN (miARN) implicados en la manipulación de genes y expresión de proteínas (Kuriakose y Xiao, 2020). Para el uso de los miARN es necesario conocer las interacciones de la proteína objetivo con otras proteínas involucradas en el evento a estudiar, por tal motivo los resultados de esta investigación a través de un interactoma busca recabar la información de las interacciones de NLRP3 durante la isquemia cerebral, además de conocer como este está involucrado en la respuesta inflamatoria en el parénquima cerebral.

**Palabras clave**— Inflamosoma NLRP3, isquemia cerebral, IL-1 $\beta$ , IL-18.

## Introducción

Los accidentes cerebrovasculares (ACV) se encuentran dentro de las patologías más recurrente en la población con una incidencia de alrededor de 15 millones alrededor del mundo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017). En los últimos años la incidencia entre jóvenes y adultos ha ido en aumento producto del envejecimiento de la población y un estilo de vida no saludable (Katan y Luft, 2018).

En el ACV isquémico, producto del déficit del aporte de nutrientes y oxígeno por la alteración en el flujo sanguíneo se producen lesiones en el tejido cerebral conocidos como zona focal o multifocal dependiendo de la zona afectada y una zona de penumbra el cual rodea la zona focal o de lesión (Sánchez Hernández et al. 2018). La disminución de los nutrientes en las células cerebrales ocasiona una alteración bioquímica y molecular conocido como cascada isquémica.

Los principales eventos de la cascada isquémica comprenden fases como un desbalance iónico por la apertura de las bombas y canales iónicos, la liberación excesiva de glutamato, la formación de radicales libres que dañan la membrana celular y provocan estrés oxidativo, una respuesta inflamatoria provocada por la activación de las caspasas tras el aumento de los radicales libres y muerte celular (Jayaraj et al. 2019).

A causa del estrés oxidativo y la liberación del glutamato son activadas la microglia y los astrocitos. La microglia al activarse aumenta la expresión de citocinas como el factor de necrosis tumoral (TNF) e interleucina (IL)-1 provocando la activación de células endoteliales y la exasperación de los astrocitos (Levard et al. 2021). La respuesta inflamatoria es iniciada por las citoquinas TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ , seguidos por la expresión de IL-6 y 18 que tienen un papel importante en la agregación y adhesión leucocitaria en la pared vascular por la liberación de moléculas de adhesión celular (ICAM) que en conjunto con selectinas degrada la barrera hematoencefalica y permite la migración de las células periféricas al área isquémica (Moya et al. 2019 y Jayaraj et al. 2019). Esta migración de células inmunitarias impulsa la respuesta inflamatoria y contribuye al daño vascular y cerebral (Shi et al. 2019).

Durante la respuesta inflamatoria en accidentes cerebrovasculares se ha documentado que la presencia y activación del inflamosoma NLRP3 ejerce actividad neurotrófica en el tejido cerebral al participar en la activación de la caspasa-1 y la maduración de citocinas proinflamatorias (Yang et al. 2018). Diversos estudios en modelos de ratas han identificado que tras la oclusión intraluminal de la arteria cerebral media (MCAO) existe un aumento en la expresión de ARNm de diferentes inflamosomas; entre ellos NLRP3, en las neuronas y microglia durante las primeras horas de la isquemia cerebral (Barrington et al. 2017 y Franke et al. 2021), por lo que la expresión y niveles altos de IL-1 $\beta$  y 18 estarían relacionado con la expresión de NLRP3 (Alishahi et al. 2019).

<sup>1</sup> Francisco Javier López González. Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología (UPQROO). [201700031@estudiantes.upqroo.edu.mx](mailto:201700031@estudiantes.upqroo.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Hugo Sánchez Hernández. Bioadviser S. A. de C. V., Cacama 9, Santa Isabel Tola, Gustavo A. Madero, 07010 Ciudad de México, CDMX. [hugo.sanchez.research@gmail.com](mailto:hugo.sanchez.research@gmail.com) (autor corresponsal)

## Descripción del Método

### *Búsqueda del modelo estructural proteico de NLRP3*

La búsqueda estructural de NLRP3 de *Homo sapiens* se realizó a través de las bases de datos de UniprotKB (<https://www.uniprot.org/>), el servidor de modelado de proteínas Swiss Model (<https://swissmodel.expasy.org/>) y la base de datos de predicciones proteicas AlphaFold (<https://alphafold.ebi.ac.uk/>), con el fin de conocer la estructura y los sitios de unión del complejo proteico.

### *Interactoma de NLRP3*

A través de la base de datos de UniprotKB se obtuvo la etiqueta o código de NLRP3 (Q96P20) y se realizó el interactoma a través de la base de datos y herramientas STRING (<https://string-db.org/>) de donde se obtuvo el mapa de las interacciones proteína-proteína de NLRP3.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

#### *Modelo estructural de NLRP3*

A través de Swiss Model y AlphaFold se obtuvieron los siguientes modelos estructurales de NLRP3 (Figura 1) donde se puede observar que ambos modelos son casi similares. El modelo alojado en AlphaFold contiene una fracción terminal el cual corresponde al dominio pirina. La diferencia de ambos modelos corresponde a la secuencia de aminoácidos usados para su modelado, siendo el de AlphaFold el más completo.

En la Figura 1 se puede apreciar los dominios de NLRP3, donde el dominio LRR es el sitio de unión para la proteína NEK7 que permite la activación de NLRP3, mientras que en el dominio NACHT ocurre el reclutamiento de caspasa-1 y el dominio pirina permite y participa en la oligomerización de las unidades de NLRP3 para conformar el inflamosoma NLRP3.

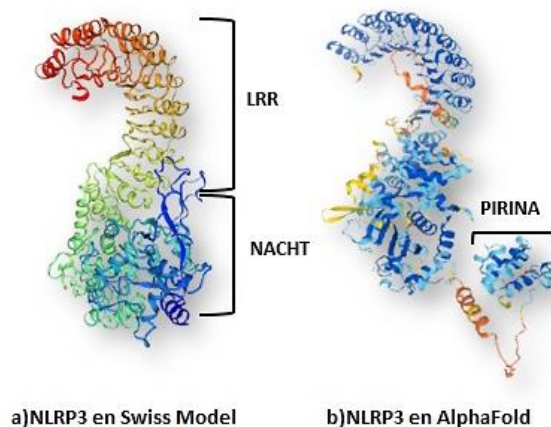


Figura 1. a) Modelo estructural de NLRP3 alojado en Swiss Model y b) Modelo estructural de NLRP3 alojado en AlphaFold

### *Interactoma de NLRP3*

El interactoma de NLRP3 (ver Figura 2) muestra un mapa de interacciones con 10 diferentes proteínas los cuales se visualizan en nodos o esferas con las claves o código para su búsqueda. La interacción de estas proteínas con NLRP3 conforma la respuesta en la inflamación e inmunidad innata donde NLRP3 participa, la interacción con estas proteínas está relacionada a la expresión de IL-1 $\beta$  y 18, la regulación de la respuesta de la defensa inmune, detección de estímulos bióticos, procesamiento de proteínas, entre otros.

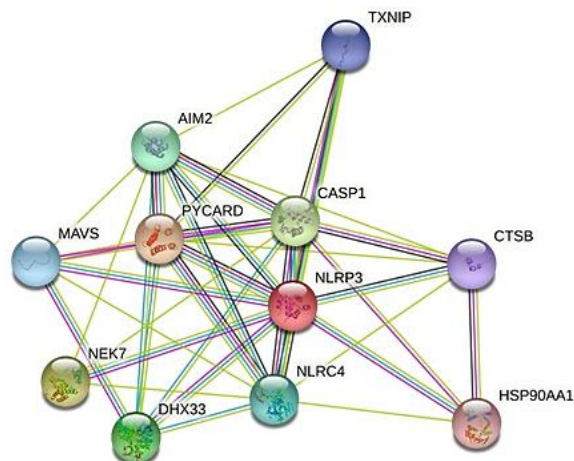


Figure 2. Interactoma de NLRP3 de *Homo sapiens*. Se muestra la primera capa de interacciones proteicas con nodos coloreados y códigos de las proteínas, las interacciones en color rosa se han determinado experimentalmente.

### *Proteínas del interactoma de NLRP3*

#### *PYCARD - Proteína en forma de mota asociada a apoptosis que contiene CARD (ASC)*

Es una proteína relacionada a eventos de inflamación, apoptosis celular, tumor y otras funciones biológicas (Dang et al. 2017). Lleva el reclutamiento y activación de la caspasa-1 y participa en la oligomerización de las unidades de NLRP3 para conformar el inflamosoma NLRP3 (Harris et al. 2017; He et al. 2019)

#### *NEK7 - quinasa 7 relacionada a NIMA*

Participa en el control de la mitosis y funciones no mitóticas (Sun et al. 2020). Un cambio drástico en la homeostasis puede dar lugar a una alteración en la regulación de expresión de NEK7, esta alteración provocaría el incremento de células multinucleares y apoptóticas (Chen et al. 2019). Diversos estímulos como DAMPs o PAMPs son capaces de iniciar la interacción de NEK7 con NLRP3 y promover la interacción y ensamblaje en el dominio LRR de NLRP3 (Sun et al. 2020)

#### *CASP1 – Caspasa-1*

La caspasa-1 es una caspasa inflamatoria con funciones de madurar citocinas proinflamatorias, es reclutada y activada mediante ASC tras la oligomerización de NLRP3. Tras su activación es capaz de escindir a su forma activa a las IL-1 $\beta$  y 18 (Sun y Scott, 2016).

#### *DHX33 – DEATH-Box Helicasa 33*

Es una helicasa de ARN nucleolar con un papel en la biogénesis del ARN ribosómico (rARN). La interacción de DHX33 con NLRP3 esta mediada por el dominio NACHT de NLRP3 y el dominio DEAD de DHX33 después de reconocer ARN bicatenario (dsARN). En macrófagos DHX33 mantiene la activación de NLRP3 tras la presencia de dsARN (Mitoma et al. 2013)

#### *AIM2 - Proteína inducible por interferón o proteína ausente de melanoma 2*

El inflamosoma AIM2 se encuentra en la respuesta inmune innata, pues este detecta ADN en el citosol, este ADN puede ser un indicativo de la presencia e invasión de patógenos (Kumari et al. 2020). Al igual que NLRP3 la interacción de ASC y caspasa-1 induce a la activación de las IL-1 $\beta$  y 18 a su forma activa (Sharma y de Alba, 2021).

#### *NLRC4 - Proteína 4 de la familia NLR que contiene un dominio CARD*

Al igual que NLRP3 y AIM2, NLRC4 es un inflamosoma relacionado a la respuesta inmune y participa en la liberación de IL-1 $\beta$  e IL-18 (Ducan y Canna, 2018). Los principales estímulos que activan a este inflamosoma son aquellos relacionados a las infecciones bacterianas. Pues NLRC4 posee un sensor citosólico de flagelina y un sensor del sistema secretor tipo III (T3SS) de patógenos gramnegativos (Freeman et al. 2017).

#### *MAVS - Proteína de señalización antiviral mitocondrial*

Se ha identificado a MAVS como un mediador en las vías de señalización en los receptores RLR que reconocen ARN viral durante la respuesta a una infección vírica, a través de estos receptores desencadena una respuesta viral e induce a la activación de factores de transcripción que regulan la expresión de factores proinflamatorios y de genes virales (Ren et al. 2020).

#### *TXNIP - Proteína que interactúa con tioredoxina (TRX)*

TXNIP funciona como un regulador en el metabolismo central de la glucosa y lípidos. La expresión de TXNIP es inducida por factores de estrés celular, como glucosa alta, estrés del retículo endoplásmico, radicales libres, hipoxia, óxido nítrico y moléculas que contienen adenosina (Tsubaki et al. 2020). TXNIP en condiciones de estrés puede mediar la muerte celular por apoptosis al liberar señales apoptóticas y translocarse en las mitocondrias (Nasoohi et al. 2008).

La interacción de TXNIP con NLRP3 es iniciada tras la liberación de ROS por alguna lesión en el tejido cerebral, los ROS liberados terminan liberando TXNIP de TRX. una vez liberado TXNIP se asocia al complejo del inflamósoma NLRP3 que da lugar al reclutamiento de pro-caspasa-1 y su activación que a la vez recluta y activa pro-IL-1 $\beta$  y 18 iniciando la respuesta inflamatoria (Nasoohi, et al. 2008).

#### *CTSB - Cathepsina B*

Una de las características de la isquemia cerebral es la fragmentación de los componentes celulares, donde las estructuras endolisomales que contienen cathepsina B (CTSB) se acumulan en el citoplasma y son detectados por el inflamósoma NLRP3 como estímulos DAMPs que inducen a su activación (Yuan et al. 2018).

#### *HSP90AA1 - Proteína de choque térmico HSP 90- $\alpha$*

HSP90AA1 está involucrada en la protección de la estabilidad de la membrana durante las condiciones de choque térmico que pueden provocar la muerte de la célula, además de participar en la localización intracelular, la apoptosis, transducción de señales y recuperar la tensión en la integridad y el mantenimiento en células no estresadas (Li et al. 2019).

#### **Conclusiones**

Durante la respuesta inflamatoria en la isquemia cerebral NLRP3 tiene interacción directa con 6 proteínas; NEK7, TXNIP, CTSB, PYCARD, CASP1 y HSP90AA1. De estas interacciones NEK7, TXNIP y CTSB son necesarias para la fase de activación y ensamblaje de las unidades de NLRP3, durante estas fases TXNIP y CTSB son estímulos que activan a NLRP3. Por otro lado, NEK7 participa en la activación de NLRP3 al acoplarse al dominio LRR de NLRP3.

Una vez que las unidades de NLRP3 se encuentran activas, la interacción de NLRP3 con PYCARD en el dominio NACHT inducen a la oligomerización de varias unidades de NLRP3 para conformar el inflamósoma NLRP3, donde una vez se haya formado el inflamósoma en este mismo sitio se lleva a cabo el reclutamiento y activación de la caspasa-1. Tras la activación de la caspasa-1 se lleva a cabo el reclutamiento y escisión de IL-1 $\beta$  y 18 a su forma activa. Por último, una vez que el inflamósoma NLRP3 está completamente activo y ensamblado la proteína de choque térmico HSP90AA1 lo protege de la degradación proteómica y autofágica.

Tras la activación del inflamósoma NLRP3 son expresadas las IL-1 $\beta$  e IL-18. En la isquemia cerebral la expresión de IL-1 $\beta$  induce a un reclutamiento de células inmunes en el sitio isquémico, además de que ejerce actividad neurotrófica al intervenir con la glía, la degradación de la barrera hematoencefálica y regular la expresión de NF- $\kappa$ B al estimular receptores TLR. Mientras que la IL-18 exhibe propiedades proinflamatorias al participar en el aumento de moléculas de adhesión, síntesis de NO y la producción de quimiocinas, con lo cual participa con la degradación de la barrera hematoencefálica y la migración de células inmunes al parénquima cerebral. Por lo tanto, la expresión de factores inflamatorios por NLRP3 durante la isquemia cerebral está relacionado en la progresión del daño isquémico, la migración de células inmunes y factores que contribuyen a la muerte celular.

A pesar del papel del inflamósoma NLRP3 en la respuesta inflamatoria, este también tiene un papel de importancia en la respuesta inmune innata, donde la interacción de NLRP3 con las proteínas MAVS, DHX33, NLRC4 y AIM2 se encuentra relacionado a la respuesta inmune ante patógenos.

## Referencias

- Agudelo, S. F., Corrales, N. Z., & Jara, A. R. (2020). Rol del óxido nítrico en la fisiopatología del ictus cerebral. *Revista Médica Sinergia*, 5(1), 10
- Alishahi, M., Farzaneh, M., Ghaedrahmati, F., Nejabatdoust, A., Sarkaki, A., & Khoshnam, S. E. (2019). *NLRP3 inflammasome in ischemic stroke: As possible therapeutic target*. *International Journal of Stroke*, 174749301984124. doi:10.1177/1747493019841242
- Barrington, J., Lemarchand, E., & Allan, S. M. (2017). A brain in flame; do inflammasomes and pyroptosis influence stroke pathology?. *Brain pathology (Zurich, Switzerland)*, 27(2), 205–212. <https://doi.org/10.1111/bpa.12476>
- Barthels, D., & Das, H. (2020). Current advances in ischemic stroke research and therapies. *Biochimica et biophysica acta. Molecular basis of disease*, 1866(4), 165260. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2018.09.012>
- Chen, X., Liu, G., Yuan, Y., Wu, G., Wang, S., & Yuan, L. (2019). NEK7 interacts with NLRP3 to modulate the pyroptosis in inflammatory bowel disease via NF- $\kappa$ B signaling. *Cell death & disease*, 10(12), 906. <https://doi.org/10.1038/s41419-019-2157-1>
- Dang, W., Xie, W., & Zhou, J. (2017). Expression of PYCARD gene transcript variant mRNA in peripheral blood mononuclear cells of primary gout patients with different Chinese medicine syndromes. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 24(1), 24–31. doi:10.1007/s11655-017-2826-9
- Duncan, J. A., & Canna, S. W. (2018). The NLRC4 Inflammasome. *Immunological reviews*, 281(1), 115–123. <https://doi.org/10.1111/imr.12607>
- Franke, M., Bieber, M., Kraft, P., Weber, A., Stoll, G., & Schuhmann, M. K. (2021). The NLRP3 inflammasome drives inflammation in ischemia/reperfusion injury after transient middle cerebral artery occlusion in mice. *Brain, behavior, and immunity*, 92, 223–233. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.12.009>
- Freeman, L., Guo, H., David, C. N., Brickey, W. J., Jha, S., & Ting, J. P. (2017). NLR members NLRC4 and NLRP3 mediate sterile inflammasome activation in microglia and astrocytes. *The Journal of experimental medicine*, 214(5), 1351–1370. <https://doi.org/10.1084/jem.20150237>
- Harris, J., Lang, T., Thomas, J. P. W., Sukkar, M. B., Nabar, N. R., & Kehrl, J. H. (2017). *Autophagy and inflammasomes*. *Molecular Immunology*, 86, 10–15. doi:10.1016/j.molimm.2017.02.013
- He, X. F., Zeng, Y. X., Li, G., Feng, Y. K., Wu, C., Liang, F. Y., Zhang, Y., Lan, Y., Xu, G. Q., & Pei, Z. (2020). Extracellular ASC exacerbated the recurrent ischemic stroke in an NLRP3-dependent manner. *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 40(5), 1048–1060. <https://doi.org/10.1177/0271678X19856226>
- Jayaraj, R. L., Azimullah, S., Beiram, R., Jalal, F. Y., & Rosenberg, G. A. (2019). Neuroinflammation: friend and foe for ischemic stroke. *Journal of neuroinflammation*, 16(1), 142. <https://doi.org/10.1186/s12974-019-1516-2>
- Katan, M., & Luft, A. (2018). Global Burden of Stroke. *Seminars in neurology*, 38(2), 208–211. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1649503>
- Kumari, P., Russo, A. J., Shivcharan, S., & Rathinam, V. A. (2020). AIM2 in health and disease: Inflammasome and beyond. *Immunological reviews*, 297(1), 83–95. <https://doi.org/10.1111/imr.12903>
- Kuriakose, D., & Xiao, Z. (2020). Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *International journal of molecular sciences*, 21(20), 7609. <https://doi.org/10.3390/ijms21207609>
- Levard, D., Buendia, I., Lanquetin, A., Glavan, M., Vivien, D., & Rubio, M. (2021). Filling the gaps on stroke research: Focus on inflammation and immunity. *Brain, behavior, and immunity*, 91, 649–667. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.09.025>
- Li, P., Wang, J., Zou, Y., Sun, Z., Zhang, M., Geng, Z., Xu, W., & Wang, D. (2019). Interaction of Hsp90AA1 with phospholipids stabilizes membranes under stress conditions. *Biochimica et biophysica acta. Biomembranes*, 1861(2), 457–465. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2018.11.009>
- Mitoma, H., Hanabuchi, S., Kim, T., Bao, M., Zhang, Z., Sugimoto, N., & Liu, Y. J. (2013). The DHX33 RNA helicase senses cytosolic RNA and activates the NLRP3 inflammasome. *Immunity*, 39(1), 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2013.07.001>
- Moya, D. A., González, J. S., Álvarez, J. M. J., & Ospina, J. D. Q. (2019). Avances y progresos en la enfermedad neurovascular relacionada con la edad en una mirada diversa a la demencia. *Revista Neurología*, 6(1), 73–98
- Mitoma, H., Hanabuchi, S., Kim, T., Bao, M., Zhang, Z., Sugimoto, N., & Liu, Y. J. (2013). The DHX33 RNA helicase senses cytosolic RNA and activates the NLRP3 inflammasome. *Immunity*, 39(1), 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2013.07.001>
- Nasoohi, S., Ismael, S., & Ishrat, T. (2018). Thioredoxin-Interacting Protein (TXNIP) in Cerebrovascular and Neurodegenerative Diseases: Regulation and Implication. *Molecular neurobiology*, 55(10), 7900–7920. <https://doi.org/10.1007/s12035-018-0917-z>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades Cerebrovasculares. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-cvds>.

- Ren, Z., Ding, T., Zuo, Z., Xu, Z., Deng, J. y Wei, Z. (2020). Regulación de la función de expresión y señalización de MAVS en la respuesta inmune innata antiviral. *Fronteras en inmunología*, 11, 1030. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01030>
- Russo Rossi, S. (2019). Estudio del rol de canales iónicos en la activación del inflammasoma NLRP3 y su impacto a nivel fisiopatológico.
- Sánchez Hernández, H., Ortiz Plata, A., Cázares Raga, F. E., Nava Jiménez, I. A., & de la Cruz Hernández-Hernández, F. (2018). Applied genomic in cerebrovascular disease. *Revista Salud Uninorte*, 34(3), 737-752.
- Sharma, M., & de Alba, E. (2021). Structure, Activation and Regulation of NLRP3 and AIM2 Inflammasomes. *International journal of molecular sciences*, 22(2), 872. <https://doi.org/10.3390/ijms22020872>
- Shi, K., Tian, D.-C., Li, Z.-G., Ducruet, A. F., Lawton, M. T., & Shi, F.-D. (2019). *Global brain inflammation in stroke. The Lancet Neurology*. doi:10.1016/s1474-4422(19)30078-x
- Sun, Z., Gong, W., Zhang, Y., & Jia, Z. (2020). Physiological and Pathological Roles of Mammalian NEK7. *Frontiers in physiology*, 11, 606996. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.606996>
- Sun, Q., & Scott, M. J. (2016). Caspase-1 as a multifunctional inflammatory mediator: noncytokine maturation roles. *Journal of leukocyte biology*, 100(5), 961–967. <https://doi.org/10.1189/jlb.3MR0516-224R>
- Tsubaki, H., Tooyama, I., & Walker, D. G. (2020). Thioredoxin-Interacting Protein (TXNIP) with Focus on Brain and Neurodegenerative Diseases. *International journal of molecular sciences*, 21(24), 9357. <https://doi.org/10.3390/ijms21249357>
- Yang, S. J., Shao, G. F., Chen, J. L., & Gong, J. (2018). The NLRP3 Inflammasome: An Important Driver of Neuroinflammation in Hemorrhagic Stroke. *Cellular and molecular neurobiology*, 38(3), 595–603. <https://doi.org/10.1007/s10571-017-0526-9>
- Yuan, D., Liu, C., Wu, J., & Hu, B. (2018). Inactivation of NSF ATPase Leads to Cathepsin B Release After Transient Cerebral Ischemia. *Translational stroke research*, 9(3), 201–213. <https://doi.org/10.1007/s12975-017-0571-1>

### Notas Biográficas

El **Dr. Hugo Sánchez Hernández** es Biólogo Experimental por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Maestro y Doctor en Ciencias en Infectología y Patogénesis Molecular por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). Actualmente está adscrito como docente al Programa Educativo de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Politécnica de Quintana Roo. Participa en proyectos de investigación científica apoyados por el CONACYT para el estudio de las propiedades farmacológicas del sargazo del mar caribe mexicano. Ha publicado artículos originales, de difusión y divulgación científica en revistas nacionales e internacionales. Actualmente, es miembro del Consejo Técnico Asesor de sargazo (CTA) para asesorar al gobernador del Estado de Quintana Roo en la atención a las problemáticas de los arribazones de sargazo y en el año 2017 fue nombrado Investigador Honorífico del Estado de Quintana Roo por el Consejo Quintanarroense de Ciencia y Tecnología (COQCYT) y por el gobierno del Estado

**Francisco Javier López González** es especialista en el área de Biotecnología y actualmente desarrolla el proyecto de investigación sobre el análisis *in silico* del interactoma de NLRP3 y su participación en la expresión de moléculas proinflamatorias en la isquemia cerebral.



# Elaboración de Papel Artesanal a Partir de Residuos Vegetales y Papel Reciclado, Apegado a los ODS 2030

Martha Julia Lucho Velasco ING<sup>1</sup>, ME. Marta Gabriela Limón Orozco<sup>2</sup>,  
MIA. Pedro Jácome Onofre<sup>3</sup>

**Resumen**— En este artículo se da a conocer los resultados obtenidos de una investigación experimental llevada a cabo en la ciudad de San Andrés Tuxtla Ver., en la que se logró elaborar un papel artesanal a base de la combinación de residuos vegetales y papel reciclado situados en la misma ciudad. Para posteriormente fabricar pequeños empaques biodegradables con las mismas características de un empaque industrial, pero con el fin de poder sustituir empaques que dañan y contaminan el medio ambiente. Este trabajo es para aportar soluciones ambientales apegados a los objetivos de desarrollo sostenible, (ODS), como indica la agenda 2030.

**Palabras clave**— Papel artesanal, residuos vegetales, biodegradable, Objetivos de Desarrollo Sostenibles.

## Introducción

El papel se ha convertido en el medio esencial para registrar y transmitir conocimientos e ideas entre individuos, culturas y generaciones. Sin embargo, las industrias papeleras es uno de los contaminantes más grandes que sufre el planeta.

Debido a que es un producto natural y biodegradable, este se fabrica a partir de fuentes renovables y puede consumir hasta 4,000 millones de árboles al año, algunos de ellos procedentes de bosques primarios que no pueden sustituirse y aunque puede ser un producto reutilizado y reciclado, hoy en la actualidad no se maneja de tal manera.

Bajo a este enfoque, surge la idea de elaborar un papel artesanal a partir de fibras vegetales y papel reciclado en la ciudad de San Andrés Tuxtla para así obtener una pasta con que se produce el papel y de tal manera poder sustituir el papel común, y de tal forma darles otro uso a las fibras de los distintos vegetales para la obtención de diferentes productos tales como platos, cono de huevo, papel cascarón y empaques biodegradables.

## Descripción del Método

### *Tipo de investigación*

De acuerdo con esto, se procedió a una investigación aplicada y cuantitativa de tipo experimental, dado que, se realiza el proceso diseñado a escala en el hogar, empleando herramientas esenciales y fáciles de conseguir, para así determinar la cantidad óptima de los tipos de desechos vegetales y de papel reciclado que se desea utilizar, para ver si alguno de estos es factible en la elaboración del papel artesanal, y de tal forma fabricar los empaques biodegradables. En el cual inicialmente se plantea el tema de “Elaborar papel artesanal a partir de desechos vegetales y papel reciclado”; donde se investigan algunos temas tales como: propiedades de los diferentes vegetales, elaboración de papel artesanal con fibras vegetales y papel reciclado, y proyectos relacionados al tema de investigación, entre otros.

Mediante un estudio más profundo de la investigación se aplicarán técnicas e instrumentos de recolección de datos, en este apartado se dará lugar a las investigaciones cualitativas y cuantitativas. En donde se procedió a utilizar los siguientes métodos:

**Deductivo:** se realizará este método deductivo debido a que se ha encontrado una problemática ambiental, social, económica y tecnológica en esta investigación de la zona de San Andrés Tuxtla, que es el caso que se estudiará, y que a partir de éste se ha logrado identificar cada una de las causas, se logrará dar una solución a cada una de ellas al proponernos los objetivos específicos.

**Inductivo:** al brindar soluciones al problema de la investigación serviremos de base para el desarrollo de futuras investigaciones, y así, apoyar a los estudiantes que se planteen como metas diseñar proyectos sustentables a base de la extracción de desechos vegetales y papel reciclado.

### *Determinación de la Población y muestra*

<sup>1</sup> Martha Julia Lucho Velasco ING. es Ingeniero Industrial egresada del Tecnológico Nacional de México/Campus San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. De san Andrés Tuxtla, Veracruz. [luky.rocky.puma@hotmail.com](mailto:luky.rocky.puma@hotmail.com) (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> La ME. Marta Gabriela Limón Orozco, es Profesora de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Campus San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. [martalimon@itssat.edu.mx](mailto:martalimon@itssat.edu.mx)

<sup>3</sup> El MIA. Pedro Jácome Onofre es Profesor de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Campus San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. [pedrojacom@itssat.edu.mx](mailto:pedrojacom@itssat.edu.mx)

El universo estudio son todas las sociedades que se encuentran en la zona de San Andrés Tuxtla Ver. y el estudio va dirigido para todos los habitantes que desechan vegetales y papel.

Para llevar a cabo el estudio se determinó el tamaño de la muestra con los siguientes datos obtenidos. Hemos seleccionado el municipio de San Andrés Tuxtla el cual cuenta con 61,769 habitantes (datos obtenidos de la INEGI, censo de población y vivienda) con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Como no se conoce el valor de la proporción, se procedió a asumir la probabilidad más desfavorable tanto como para el éxito como para el fracaso, por lo que se consideró tomar los valores de  $p=0.5$  y  $q=0.5$  Donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{a^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2(N-1) + a^2 p \cdot q}$$

Aplicando la fórmula respectiva se obtuvo el siguiente tamaño muestral:

$$n = \frac{1.962 (61\ 769)(50 \times 50)}{5^2(61\ 769 - 1) + 1.962^2(50 \times 50)} = 381.79 = \mathbf{382}$$

Se obtuvo como resultado 382 muestras que se aplicaran de forma aleatoria a diferentes habitantes de la zona.

#### *Recolección de datos*

Se plantea un formulario de preguntas para la obtención de datos estadísticos y así reunir toda información requerida sobre el conocimiento y el uso que les dan a los desechos vegetales y al papel, y de esta manera detectar algunos rasgos de interés para una investigación más específica.

#### *Análisis de los resultados de los instrumentos aplicados*

De acuerdo al estudio realizado a las 382 personas en la zona de San Andrés Tuxtla, se concluye que más del 50% de ellos tienen conocimiento de lo que es un papel artesanal así como lo que es un desecho vegetal, implicando que dichas personas no hacen un uso favorable a las fibras que adquieren con regularidad a la semana, desechando en su mayoría las fibras de zanahorias, piña y naranja, así mismo pasa con el uso de cualquier tipo de papel en el hogar de cada familia, puesto a que estos son desechados.

De acuerdo con estos resultados si es viable y factible llevar a cabo la elaboración de papel artesanal con los desechos vegetales más consumidos y desperdiciado en la zona de San Andrés Tuxtla junto con la combinación de papel reciclado, para así poder realizar productos ecológicos o biodegradables como son; papel tipo cascarrón, empaques de cartón, cono de huevo, entre otros productos.

En cuanto al interés de adquirir productos elaborados con el papel tipo artesanal se obtuvieron respuestas favorables, que de igual manera se reconoce que las personas estarían dispuestas a pagarlas a un precio accesible sin afectar su economía.

#### *Materiales, utensilios e insumos*

A continuación, se detallan los materiales, utensilios e insumos a utilizar:

<b>Materiales y utensilios</b>	<b>Insumos</b>
Licuadora	Desecho vegetal de naranja
Recipientes amplios	Desecho vegetal de plátano
Colador	Desecho vegetal de zanahoria
Bascula	Desecho vegetal de piña
Olla de acero inoxidable	Bicarbonato
Cucharas	Gas
Cuchillo	Agua

Mesa de trabajo	Papel reciclado
-----------------	-----------------

Tabla1. Materiales, utensilios e insumos. (Fuente Propia).

*Procedimiento de papel artesanal*

Para el desarrollo de las siguientes mezclas se utilizaron desechos vegetales tales como el de naranja, zanahoria y piña en combinación de papel reciclado.

**Etapa 1. Obtención de la pulpa;** A continuación, se detallan los pasos a seguir para la obtención de cada una de las pulpas.

*Mezcla 1. Papel reciclado*

Para la realización de esta mezcla se utilizó 300 gr de papel y 1.5 litros de agua.

Pasos:

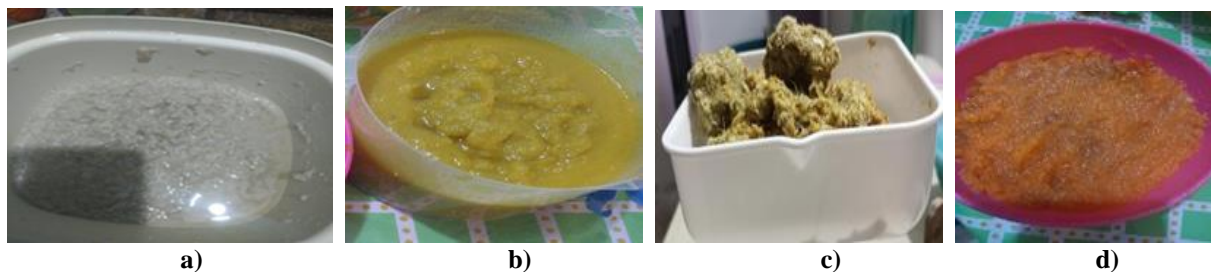
1. En un recipiente amplio se procedió a cortar en pedazos pequeños el papel reciclado y se dejó remojando en 1.5 litros de agua por 6 horas.
2. Se licuo el papel previamente remojado en 1.250 litros, y se procedió a colarlo obteniendo un total de 700gr de pulpa. Y se coloca en recipiente.

*Mezcla 2. Desecho vegetal de Naranja*

Para la realización de esta mezcla se utilizó 600 gramos de desecho vegetal de naranja y 176 gramos de bicarbonato

Pasos:

1. En un recipiente amplio se dejó remojando en trozos el desecho vegetal de la naranja en agua.
2. Se procedió a licuar el desecho de la naranja en 1.250 litros de agua.
3. Con ayuda de una coladera se retiró el exceso de agua.
4. Luego se lavó para desprender sustancias como la lignina de las fibras.
5. Se volvió a colar.
6. En una olla de acero inoxidable precalentar el bicarbonato obteniendo un color opaco, después en una olla más grande se puso 1.5 litros de agua junto con las fibras de naranja y el bicarbonato.
7. Se dejó calentar sin dejar de mover por 20 min.
8. Al termino de esto de dejo filtrar nuevamente y se colocó en la licuadora para tritularlo.
9. Por último, en la báscula se pesó, obteniendo 530 gr de pulpa y se colocó en un recipiente hasta enfriarse.



**Figura 1.** a) extracto de pulpa de papel, b) extracto de pulpa de naranja, c) extracto de pulpa de piña, d) extracto de pulpa de zanahoria. (Fuente propia).

Para la mezcla 3 (desecho vegetal de piña) y la mezcla 4 (desecho vegetal de zanahoria) se utilizó el mismo procedimiento y las mismas cantidades que se utilizaron en la mezcla 2 (desecho vegetal de naranja).

**Etapa 2. Elaboración del papel artesanal**

A Continuación, se menciona las herramientas a utilizar

Materiales y utensilios	Insumos
2 bastidores con malla de 50 cm x 60 cm	Pulpa de naranja
Un bastidor con malla de 40 cm x 30cm	Pulpa de zanahoria
Tina grande	Pulpa de papel
Bascula	Pulpa de piña
4 telas de 100 cm x 60 cm	Pulpa de plátano

Esponja	Agua
	Pegamento ecológico

Tabla 2. Material, utensilios e insumos

A continuación, se detallan los pasos a seguir para la elaboración de papel artesanal con las diferentes pulpas obtenidas anteriormente y la mezcla de papel reciclado

#### *Prueba 1. Pulpas de papel reciclado y pulpa de naranja*

Para la realización de esta prueba se utilizó 14 litros de agua en una tina grande con los 530 gr de pulpa de naranja, 530 gr de pulpa de papel reciclado y 75 gr de pegamento.

Pasos:

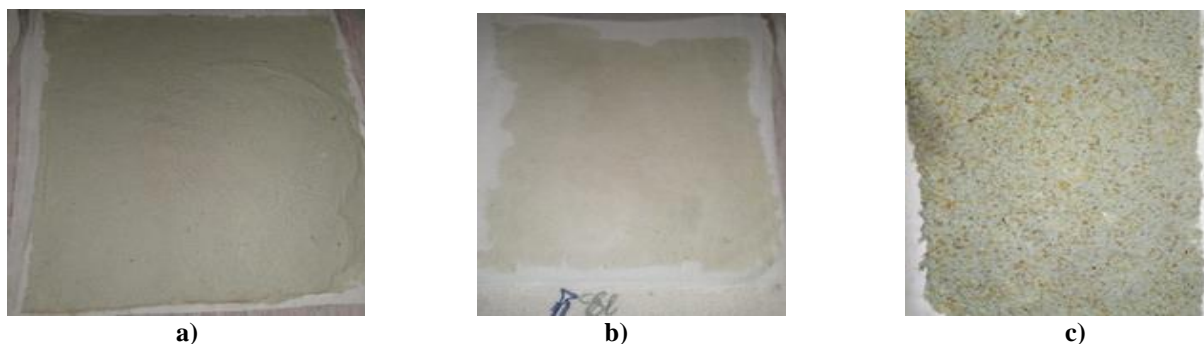
1. En una tina grande se vertió el agua junto con el pegamento que fue utilizado como aglutinante y la pulpa de papel y naranja.
2. Una vez integrado todo se sumergió el bastidor mirando la malla hacia arriba y de tal forma que al momento de levantarla cuidadosamente se integrara todos los componentes en la malla.
3. Retirar la tina y se deja escurrir alrededor de 3-5 min.
4. En una superficie plana se coloca la tela y cuidadosamente se coloca el bastidor con la malla mirando abajo para que el papel quede sobre la tela.
5. Luego con ayuda de la esponja se absorbe cuidadosamente el exceso de agua hasta que está ya no saque nada.
6. Dejar secar a la luz del sol y se desprende de la tela.

*Prueba 2. (pulpa de papel reciclado y pulpa de zanahoria); se utilizó el mismo método que el de la prueba 1.*

*Prueba 3 (Pulpa de papel reciclado y pulpa de piña); se utilizó el mismo método que el de la prueba 1.*

### Resultados y análisis

Como resultado de las pruebas se obtiene 3 diferente tipo de papel artesanal la cual se utilizó para la elaboración de pequeños empaques biodegradables. Este papel es 100% amigable con el medio ambiente.



**Figura 2.** a) Papel artesanal elaborado con papel reciclado y desecho vegetal de naranja, b) Papel artesanal elaborado con papel reciclado y desecho vegetal de zanahoria, c) Papel artesanal elaborado con papel reciclado y desecho vegetal de piña. (Fuente propia).

*Descripción de los resultados de empaques biodegradables elaborados con el papel artesanal (las imágenes se presentan en la figura 3).*

#### ● **Bolsa de papel Kraft**

Como resultado final se logró realizar un empaque de papel tipo Kraft, cumpliendo con las características similares a un empaque convencional que son elaborados por las industrias, el cual esta bolsa se obtuvo mediante el proceso adecuado con la pulpa de zanahoria y pulpa de papel reciclado, teniendo como resultado una bolsa biodegradable con medidas de 23 cm de altura x 10 cm de base x 6.5 de fuelle (el lateral), con un peso de 1 gr. Soportando un peso aproximado de 200 gramos, cabe mencionar que puede elaborarse en combinación de ambas mezclas, bolsas de diferentes tamaños para cualquier tipo de materia que se desea guardar o depositar en ella.

Este empaque se elaborado con los recursos naturales necesarios descartando cualquier tipo de químicos que pueden ser tóxicos para el medio ambiente y estos pueden ser usados para cualquier tipo de materia entre ellos (alimentos, objetos etc.).

- **Empaques de cartón**

De acuerdo con las pruebas que se realizó con la pulpa de naranja y la pulpa de papel reciclado se obtuvo dos diferentes tipos de empaque de cartón

1. Caja tipo almohadilla, el cual cuenta con medidas de 13 de largo x 5 de ancho, con un peso de 25 gr. Soportando un peso aproximado de 250 gramos ideal para utilizarlo como empaques para regalos pequeños que sirven dar mayor protección y amortiguamiento del producto que se desee guardar.
2. Caja de cartón corrugado, el cual tiene medidas de 16.5 altura x 6 de largo x 8 de base, con un peso de 55 gr. Soportando un peso aproximado de 300 gramos. Este tipo de empaque es el más utilizado ya que sirve para guardar cualquier tipo de producto, ya que por la forma que tiene ahorra más espacio para poder colocar dichos productos.

- **Plato desechable, papel tipo cascara y cono de huevo**

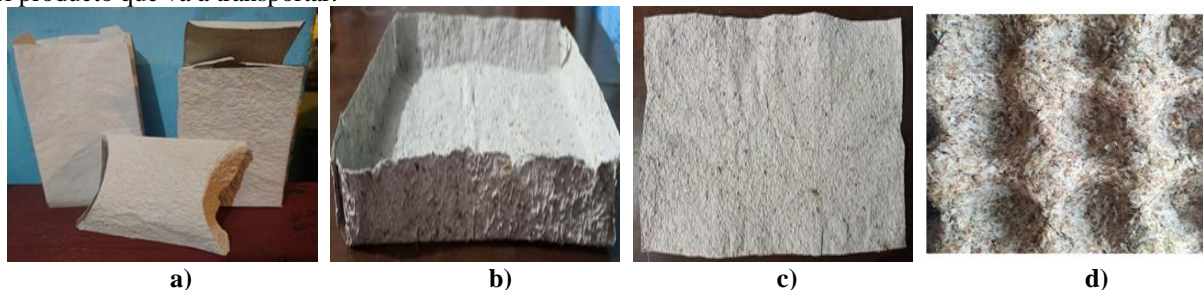
Finalmente, en la combinación de papel reciclado junto con la cascara de piña se obtuvo una hoja de grosor medio con buena resistencia, a la cual se le puede dar el uso como papel tipo cascara, plato desechable y cono de huevo. Este cumple con las características básicas del mercado cabe resaltar que en el proceso de elaboración de los empaques no intercedieron sustancias químicas que pudieran haber afectado el medio ambiente ni el uso de estos empaques, ya que tienen la intención de poder utilizarse para diferentes productos y alimentos.

- **Papel cascara**

En la combinación del papel reciclado con cascara de piña, se obtuvo un papel tipo cascara con características similares al papel cascara que muchos conocemos, este mide 30 cm de largo y 15 cm de ancho, con un grosor de 2.5 mm su peso es de 20 gr y puede soportar hasta 400 gr. No tiene ningún olor en particular, a simple vista se pueden distinguir los trozos de la cascara de piña, por lo tanto, tiene una textura rugosa pero que no afecta en el uso del mismo. Es resistente y fácil de manejar e incluso se puede adaptar a cualquier otra medida sin verse afectada su calidad.

- **Cono de huevo**

En la combinación del papel reciclado con cascara de piña, se obtuvo un cono de huevo que tiene un aspecto rustico, pero resistente con características similares al que muchos conocemos, este mide 20 cm de largo y 10 cm de ancho, con un grosor de 3 mm su peso es de 60 gr y puede soportar hasta 500 gr. No tiene ningún olor en particular, a simple vista se pueden distinguir los trozos de la cascara de piña, pero no afecta en el uso del mismo. Es resistente y fácil de manejar, se espera que su durabilidad sea la que el usuario necesite y que cumpla con el objetivo principal de proteger el producto que va a transportar.



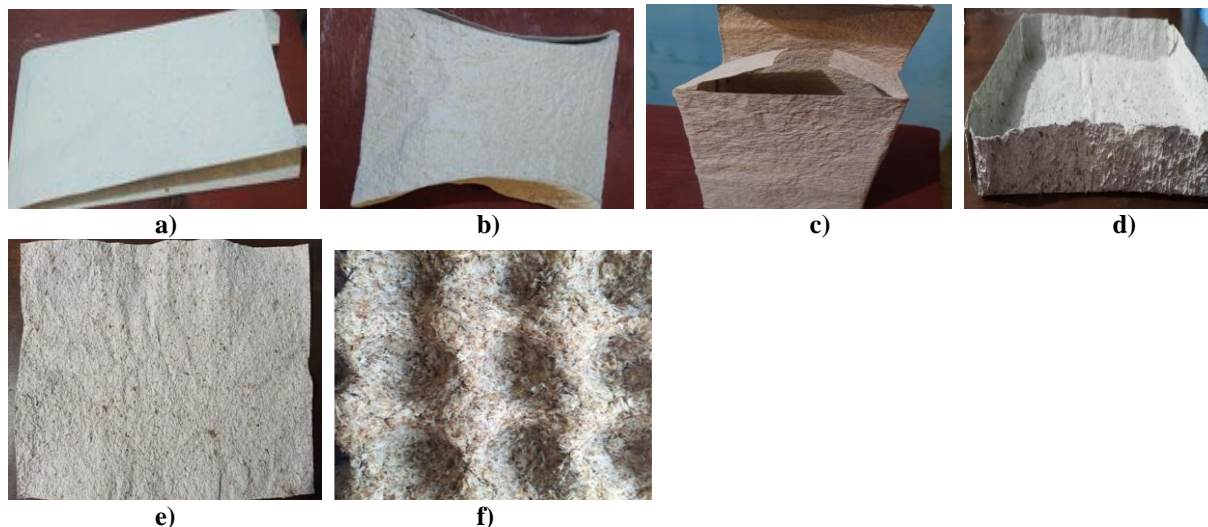
**Figura 3.** a) Empaques biodegradables, b) Plato biodegradable desechable, c) Papel tipo cascara, d) Empaque para cono de huevos. (Foto Propia).

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Como resultado final se logró realizar un empaque de papel de las que se indican en la figura 4, en los 6 incisos, cumpliendo con las características similares a un empaque convencional que son elaborados en industrias de empaques con poca sustentabilidad. Este trabajo se realizó con empaque biodegradable resultado del tipo de papel artesanal que se realizó en el capítulo anterior con pulpa de zanahoria y pulpa de papel reciclado. Este empaque es

totalmente sustentable y puede ser utilizado para cualquier tipo de producto, soporta un peso aproximado de 200 gramos en su interior. Los empaques se muestran en la figura 4.



**Figura 4.** a) Bolsa tipo Kraft Medidas: 23 cm x 10 cm x 6.5 cm, b) Empaque de almohadilla de cartón Medidas: 13 cm x 5cm, c) Empaque de cartón Mediadadas: 16.5 cm x 6 cm x 8 cm, d) Plato desechable Medidas: 15 cm x 10 cm x 3 cm. e) Papel cascaron Medidas: 30 cm x 15 cm. f) Cono de huevo Medidas: 20 cm x 10 cm x 4cm. (Fuente propia).

Con el desarrollo de la investigación se alcanzó a comprender la importancia del impacto que los productos desarrollados tienen en nuestro medio ambiente, Finalmente se captó la información que se pretendió al inicio, pues se dio a conocer la importancia de la fabricación de productos elaborados a base de fibras vegetales, además de conocer más ampliamente dicha información por parte de otros sitios y de otros lugares, ya se ha distinguido que en distintas partes han desarrollado y conocido lo que pueden lograr con estas fibras.

Gracias a toda la información obtenida se ha concluido que se pueden generar productos con las fibras vegetales y sin utilizar sustancias químicas que afecten al medio ambiente, reconociendo que en dicha ciudad es posible montar un taller donde se pueda fabricar este tipo de papel para el desarrollo de nuevos empaques biodegradables.

### *Conclusiones*

En conclusión, con el desarrollo de la investigación se alcanzó a comprender la importancia del impacto que los productos desarrollados tienen en nuestro medio ambiente, ya que han existido diferentes tipos de investigaciones en distintos países, donde el propósito de cada uno de ellos es captado por la ciudadanía, puesto que hay información de diferentes estudios explicando la importancia de esto. También han desarrollado talleres en donde la ciudadanía se encuentra involucrada para poder elaborar productos que ya no perjudican tanto el medio ambiente, dando de esta manera un impulso económico y de calidad para la población, con la actividad de elaborar productos que no dañen al medio ambiente, ya que estos talleres enseñan a los mismos a realizar productos con diferentes fibras, esto dependiendo del tipo de fibra que cada país genere.

### *Recomendaciones*

Como recomendación principal, sería adecuado agregar más fibras para la realización de los productos y de la misma manera expandirlo a distintas zonas, así involucrando a más personas, para que no solo una población pequeña sea beneficiada; esto con el fin de crear mayor conocimiento en el cuidado del medio ambiente y también contribuyendo a la economía local. Otra recomendación importante sería agregar un adhesivo y/o adherente más natural para otorgarle mayor resistencia y durabilidad a cada producto.

## Referencias

- Alberto, V. F. (2018). Diseño de modelo de Negocios para producir y comercializar platos biodegradables de hojas de plátano. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas.
- Guerrero, J. G., Romero, M. A., & Jorge Martín Ruiz, Á. (2007). FABRICACIÓN MANUAL DE PAPEL CON FIBRAS VEGETALES. Granada, España: Escuela de Arte de Granada.
- Pochteca. (25 de octubre de 2014). Empaques sustentables para productos orgánicos, artesanales y gourmet. Obtenido de <https://mexico.pochteca.net/empaques-sustentables-para-productos-organicos-artesanales-y-gourmet/>
- Rendón, A., & Neyra, L. (2020). Fibras naturales . Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>
- Alejandro Rendón y Lucila Neyra, Fibras naturales <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales> CONABIO. 2020., Cd. de México. México.
- Pochteca, «Empaques sustentables para productos orgánicos, artesanales y gourmet, » 25 octubre 2014. [En línea]. Available: <https://mexico.pochteca.net/empaques-sustentables-para-productos-organicos-artesanales-y-gourmet/>.
- Shopify, «Empaques sustentables: una nueva opción para tu tienda virtual, » Alistair Lane, 19 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://www.shopify.com.mx/blog/15668676-empaques-sustentables-una-nueva-opcion-para-tu-tienda-virtual>.
- D. F. Hidalgo, «Sáquele provecho al tronco del banano,» LAPATRIA.COM, 4 Agosto 2012.
- J. G. Guerrero, M. A. Romero y Á. Jorge Martín Ruiz, «Fabricación manual de papel con fibras vegetales, » Escuela de Arte de Granada. , Granada, España, 2007.
- ORSU, Consorcio Provincial de Residuos Sólidos Urbanos, «Residuos Organicos,» [En línea]. Available: <https://www.consorciosumalaga.com/5936/residuos-organicos>.
- Real Academia Española, «Bagazo,» [En línea]. 2019 Available: <https://dle.rae.es/bagazo>. EcuRed, «Reciclaje de papel,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Reciclaje\\_de\\_papel](https://www.ecured.cu/Reciclaje_de_papel).
- Pochteca, «Celulosa, Fibra y Papel,» [En línea]. Available: <https://mexico.pochteca.net/celulosa-fibras-y-papel/>.
- A. Rendón y L. Neyra, «Fibras Naturales,» CONABIO, 2020. [En línea]. Available: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/fibras-naturales>.
- M. R. Quintana, L. F. Rodríguez, M. V. Oyola y F. A. Moreno, «Aprovechamiento de residuos vegetales de pétalos de rosas, tallos de girasol y vástago de plátano para la fabricación artesanal de papel,» Inventum Ingeniería, Tecnología e Investigación, vol. 11, n° 20, 2016.
- Andrea Y. Corral-Ruiz; María Milagros de Jesús Fois-Lugo; Brick L. Reyes-Pincay; Felix E. Jaramillo-Valle, «Elaboración de papel vegetal que cumpla las normas TAPPI para el diseño e impresión a partir de la fibra de la cascara del plátano verde,» Polo del Conocimiento, vol. 2, n° 6, pp. 500-515, 2017.
- Shopify. (19 de octubre de 2014). Empaques sustentables: una nueva opción para tu tienda virtual. Obtenido de <https://www.shopify.com.mx/blog/15668676-empaques-sustentables-una-nueva-opcion-para-tu-tienda-virtual>
- V. F. C. Alberto, Diseño de modelo de negocios para producir y comercializar platos biodegradables de hojas de plátano, Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, 2018.
- A. M. A. Castillo, Diseño de empaques biodegradables y compostables a partir del uso de cáscara de banano, Universidad Católica de Pereira, Facultad de Arquitectura y Diseño, 2019.

## Notas Biográficas

La **Ing. Martha Julia Lucho Velasco**, es Ingeniero Industrial egresada del Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz, egresada en el 2021, en 2022 ingresará a la maestría en Ingeniería impartida en el mismo Instituto Tecnológico.

La **ME. Marta Gabriela Limón Orozco**, es profesora investigadora en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz, es egresada del Instituto Tecnológico de Orizaba de la carrera de ingeniería Industrial y posteriormente estudio la maestría en educación, también es perfil deseable por (PRODEP), y es docente de ingeniería industrial en el Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla

El **MIA. Pedro Jacome Onofre**, es profesor investigador de tiempo completo en el Instituto Tecnológico Superior de San Andrés Tuxtla, Veracruz, es Ingeniero Industrial egresado del tecnológico de Orizaba, y es maestro en ingeniería administrativa graduado en el Instituto de Estudios Universitarios de la ciudad de Puebla, actualmente es perfil deseable por (PRODEP).

# Migración Internacional y Dinámica Económica Laboral: Caso de Frontera Comalapa, Chiapas, México

Miguel Alejandro Maldonado Cruz<sup>1</sup>, Pedro Leobardo Jiménez Sánchez<sup>2</sup>

**Resumen**—El trabajo presenta los resultados parciales de una investigación orientada al análisis del fenómeno migratorio internacional en la frontera sur de México. El análisis tiene como objetivo abordar el fenómeno de la migración internacional que se desarrolla en el estado de Chiapas y la forma en que los migrantes internacionales y se incorporan a las actividades de la dinámica económica que se desarrolla en el municipio de Frontera Comalapa, Chiapas. Los resultados muestran que la población migrante busca en la dinámica económica de los municipios de la Frontera Sur de México, oportunidades de trabajo y salario, que no encuentran en su lugar de origen.

**Palabras clave**— Dinámica económica, dinámica laboral, flujos migratorios, migración internacional, empleo, salario.

## Introducción

El municipio de Frontera Comalapa se encuentra en la depresión central de Chiapas y aparece desde el siglo XVI, su nombre se debe al recuerdo de la extinta San Juan Comalapa, el cual está en la frontera sobre el paraje Cushú, que se encontraba cerca de Tecpan, Guatemala. Se ubica en la llamada provincia de los llanos, cuyos habitantes por codicia y abusos del hacendado y cacique Diego de Salazar, emigran a la zona del Soconusco. No obstante, pocos años más tarde se le conoce con el nombre de San Juan Comalapa. Permanece como un anexo del pueblo Chicomuceloo, el cual corresponde a la llamada provincia de Llanos, mismo que de convierte en Cabecera Municipal.

Derivado de la dotación de tierras ejidales resurge nuevamente la población que se establece sobre Cushú, esto hace factible su permanencia en Chiapas y en México por la delimitación de la frontera. Se convierte en cabecera municipal en el año 1921, pero es considerado municipio de segunda clase hasta 1943. Por decreto se realiza el cambio de nombre de una de sus localidades, El Ocotil por el de Ciudad Cuauhtémoc, sitio hasta dónde llega actualmente la carretera Panamericana. Actualmente el municipio de Frontera Comalapa cuenta con una extensión territorial de 761.15 km<sup>2</sup> los cuales representan el 5.62% de la superficie de la región Fronteriza y el 0.94% a nivel estatal.

Frontera Comalapa tiene una extensión territorial del 717.90 km<sup>2</sup>, que representan el 5.62% de la superficie de la región Fronteriza y el 0.94% a nivel estatal; se conforma por rasgos naturales, culturales e infraestructura, que permiten que el fenómeno de flujos migratorios tenga presencia importante en dicha zona de estudio con límites y corredores urbanos que la caracteriza como ciudad fronteriza.

El municipio de Frontera Comalapa se caracteriza por ser sujeto a factores sociales, económicos y territoriales, los cuales permiten realizar un análisis a profundidad para conocer la forma en que se presenta el fenómeno de los flujos migratorios en las zonas fronterizas (ECURED, 2015). El municipio de Frontera Comalapa es uno de los 122 municipios que conforman el estado de Chiapas; se encuentra localizada en los límites de la Sierra Madre de Chiapas y la depresión central y ubicado en la zona fronteriza de México. De acuerdo con el INEGI (2021), el municipio de Frontera Comalapa limita al norte con el municipio de La Trinitaria, al oeste con el municipio de Chicomuceloo, al sur con los municipios de Amatenango de la Frontera y Bella Vista, al este limita con el Departamento de Huehuetenango, Guatemala.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la participación de los migrantes internacionales que ingresan por la Frontera sur de México en las actividades económicas del municipio de Frontera Comalapa, Chiapas, México, así como las características socioeconómicas a las que se sujetan.

## Descripción del Método

La investigación se sustenta en el Método Mixto de investigación, con el que se estará en contacto directo con la realidad analizada, sin dejar de lado las estadísticas, contribuyendo a la construcción de una realidad integral poco estudiada y dar cuenta de la conducta social de los actores involucrados. Los métodos cualitativos serán una herramienta básica en la investigación social, por la importancia que tienen para explicar e interpretar los problemas sociales (Vela, 2004)

<sup>1</sup> El Lic. en D. Miguel Alejandro Maldonado Cruz, es alumno egresado del programa de la Maestría en estudios de la Ciudad de la Universidad Autónoma del Estado de México, México; maldonadocruzalex@gmail.com

<sup>2</sup> El Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de México, México pljimenezs@uaemex.mx



## Descripción de resultados

### *Antecedentes*

La frontera entre México y Guatemala es uno de los puntos de movimientos de población más importantes a nivel mundial, por el número de personas que circulan diariamente. Las movilizaciones desde el corredor Centroamericano con destino a México o a Estados Unidos, marcan dinámicas históricas que le dan, a este espacio, particularidades diversas. Esta frontera, puede ser considerada como un gran espacio transfronterizo a partir de los lazos históricos, culturales, comerciales, familiares, políticos, sociales que unen, la región Frontera de Chiapas, con el Departamento de San Marcos en Guatemala (Coraza, 2016).

Entre los grupos con mayor antigüedad, se distingue la migración de mano de obra de trabajadores agrícolas guatemaltecos que laboran mayoritariamente en el cultivo y cosecha del café (Rojas, 2003). Algunas características sociodemográficas de este flujo laboral documentado permiten señalar que se trata de una población de adultos jóvenes, con una edad mediana de 26.5 años, y en su mayoría hombres (90%). Aproximadamente una tercera parte son analfabetas y también una tercera parte habla alguna lengua indígena. El trabajo realizado por los jornaleros guatemaltecos en territorio mexicano pasó a formar parte de las estrategias adoptadas por las familias campesino-indígenas del occidente guatemalteco. Tal práctica migratoria ha evolucionado de manera paralela al desarrollo de la economía agrícola de la región y ha respondido a los cambios y a la dinámica de la misma.

De esta manera, los trabajadores guatemaltecos se dedican a actividades que demandan distintos cultivos comerciales, destinados tanto a mercados nacionales como internacionales; sin embargo, la mayoría de estos trabajadores aún labora en las actividades vinculadas al cultivo del café, a pesar de los cambios que ha experimentado la producción y comercialización del grano, principalmente como resultado de la caída de los precios en el mercado internacional, pero también influenciados por las políticas poco incentivadoras de la economía agropecuaria y, en especial, por la desatención que ha tenido la producción campesina y de pequeños productores en los países de la región. A pesar de los cambios que se han producido en los últimos años en los mecanismos de documentación ante las autoridades migratorias mexicanas, el proceso de obtención del permiso para laborar en territorio chiapaneco se sigue realizando a través de los contratistas.

### *Potencial económico*

El municipio de Frontera Comalapa se caracteriza por ser potencial para el desarrollo de diversas actividades económicas de tipo urbano y rural, en los tres sectores, por lo cual se identifican los siguientes usos del suelo:

#### - Agrícola.

De acuerdo con la información cartográfica de Frontera Comalapa, se destaca la presencia de grandes áreas de pastizales, agricultura de temporal y de riego que en su conjunto cubren una superficie de 208, 644 Has. que se encuentran distribuidas principalmente en localidades ejidales y representan el 51% del total de la extensión territorial municipal. Cabe señalar que dentro los usos de suelo y vegetación sobresale la superficie ocupada por selva alta y mediana que se distribuye principalmente sobre el municipio.

Los principales cultivos en el municipio son: Maíz, frijol, sandía, papaya, limón y mango. Este tipo de uso de suelo cubre una superficie aproximada de 34,569 Has. lo que representa un 45.87% del territorio municipal y está presente en diversas áreas del municipio desde el suroeste, parte del centro y noreste del municipio. Las áreas agrícolas y forestales se encuentran en un proceso de disminución, principalmente por la aparición gradual de asentamientos humanos en valles donde el uso forestal y agrícola es el adecuado, específicamente encontramos esta problemática en las comunidades de Tierra Blanca, San Caralampio, Nicolás Bravo, Nueva Independencia, Benito Juárez, El Portal y Guadalupe Victoria.

#### - Forestal

La vegetación del municipio corresponde al tipo de selva mediana la cual está compuesta de una gran variedad de especies de las cuales destacan las siguientes: coyol, cuchumuc, guanacastle, guapinol, morro, mulato y quebracho. Es importante señalar que Frontera Comalapa es uno de los municipios que ha mantenido pocos cambios en el uso de suelo y vegetación, que puede deberse en gran medida a que el 35.88% de su superficie se encuentra sobre áreas naturales protegidas, espacios que por su categoría, se aplican políticas de conservación y protección hacia los ecosistemas de importancia como son los bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas y latifoliadas, aunado a esto su topografía accidentada que dificulta la accesibilidad.

#### - Urbano

Considerando los datos del Plan municipal de desarrollo urbano de Frontera Comalapa, se observa que la superficie ocupada con usos urbanos en el municipio es del 1,011.37 Has, que corresponde al 2.61% de la superficie total del municipio, y que corresponden a las 214 localidades que lo integran, pero es en la cabecera municipal, donde se

concentra el 87.63% de esta población. El crecimiento poblacional que sufrió el municipio de Frontera Comalapa en las últimas décadas dio origen al incremento de la superficie de uso habitacional y comercial principalmente.

#### - Vivienda

Conforme los resultados derivados del Censo de Población y Vivienda 2020, se registraron 20,195 viviendas particulares habitadas, de las cuales 20,168 equivalente al 98.43% son propiedad de sus habitantes y el 1.57 % no son propias. Del total de viviendas en el municipio el 98.34% cuenta con servicio de energía eléctrica, el 91.70% dispone de agua entubada, el 97.27% tiene drenaje y el 91.42% dispone de piso firme.

Esto significa que la mayoría de los hogares cuenta con los servicios básicos. En promedio cada vivienda es ocupada por 4.6 habitantes; el indicador regional y estatal es de 4.93 y 4.85 ocupantes por vivienda respectivamente. Los materiales predominantes en los pisos de las viviendas son 35.00 % de tierra y 60.46 % de cemento y firme. Las paredes son 37.40 % de tabique el cual incluye ladrillo, bloc, piedra, cantera, cemento y concreto., y 10.66% de madera. En techos, 83.81% de lámina de asbesto y 8.55% de losa de concreto, que puede ser de tabique, ladrillo y terrado con vigería.

De los datos con antelación, se observa que más de la mitad de las viviendas posee pisos de cemento firme, debido a los apoyos otorgados a la población para rehabilitar y mejorar la vivienda, mediante el otorgamiento de subsidios y créditos. Para la construcción de techos se tiene un porcentaje mínimo en cuanto a losa de concreto se refiere, por lo que el gobierno municipal se dará la tarea de encauzar más recursos para la edificación, ampliación y mejora de la vivienda a través de los múltiples programas sociales.

Por otro lado, las viviendas de comunidades dispersas de la cabecera municipal carecen de servicios públicos como agua potable, ya que en su mayoría optan por hacer uso del agua de arroyos y ríos aledaños a sus hogares, falta de acceso al drenaje y alcantarillado, seguridad pública por falta de cuerpos policíacos y constitución de reservas naturales para el adecuado ordenamiento territorial urbano.

#### - Infraestructura vial

Otro factor que resulta de gran interés para el desarrollo social del municipio es la infraestructura de comunicaciones con que cuenta, el cual se presenta gran deterioro de ésta, sobre todo en las carreteras federales; además en su mayoría se encuentra obstruidas por consecutivos topes lo que genera además de molestia por los turistas, congestión vial. Existe además pocas vías de comunicación por falta de carreteras, y las que existen se encuentran en mal estado, pues en su mayoría se tiene carreteras con agujeros alarmantes que hacen difícil el acceso a las comunidades aledañas a la cabecera municipal, así también el tránsito por la ciudad.

Esto, aunado al conglomerado crecimiento poblacional, hace que el problema vial se agudice sobre todo en el centro urbano, ya que se cuenta con aceras, calles muy reducidas, y en ocasiones los lugares públicos son acaparados por comerciantes y vendedores mayoristas provenientes de los vecinos países de Guatemala, Honduras y El Salvador u otros municipios que observan al municipio como una opción de supervivencia y estabilidad económica. Por tal motivo es necesario planear y aplicar el reordenamiento de lo antes mencionado, a fin de establecer lugares adecuados.

La necesidad de la infraestructura de caminos y de transporte es latente ya que implica construir una red de comunicación que permita sacar del aislamiento a las comunidades con el fin de avanzar en la integración económica de la región; si bien es cierto, las comunidades de Frontera Comalapa colindan con otros municipios vecinos, además del país de Guatemala, es vital reestructurar y contar con adecuada infraestructura de caminos.

#### *Causas y motivos migratorios*

Entre las particularidades que se identificaron en el estudio, relacionados con las personas que salieron de sus países y que han migrado a México, se encuentran: la discriminación por su orientación sexual, la falta de empleo y el contexto generalizado de violencia (REDODEM, 2019). De un total de 23,644 personas, 16,335 señalaron una motivación económica relacionada principalmente con la falta de empleo o desempleo, tener un empleo mal remunerado o deudas; en el caso de las motivaciones por violencia, destacan las intimidaciones y/o amenazas, las extorsiones o pagos de cuota, la persecución, el reclutamiento o trabajo forzado y haber sido víctima de violencia física, entre otras formas de violencia.

En este sentido, las causas que motivan la salida del país de origen, si bien son las mismas causas estructurales que sistemáticamente ha expulsado a población centroamericana, sustantivamente de Honduras, Guatemala y El Salvador, existen eventos específicos que detonan la salida de las personas, sean estos personales, vividos en el ámbito familiar o comunitario; u oportunidades que se presentan para la salida del país y emprender un viaje que estaba en mente pero no podía consolidarse, como fue el caso de las Caravanas de personas migrantes que llegaron a México a finales de 2018 y principios de 2019 originadas en Honduras y a la que se adhirieron más de 7000 personas (Arrojo, et al., 2018).

Los principales motivos de salida del país de origen de los migrantes, son de tipo económico; si bien, se pueden

generar categorías que permiten identificar las razones por las cuales las personas deciden salir de sus países de origen, sabemos que muchos de los motivos están imbricados, es decir, se vuelven parte de una estructura que se alimenta de las desigualdades donde resulta complicado identificar cuándo se trata únicamente de un factor y no de un cúmulo de estos. Una persona podría reconocer la falta de trabajo como un elemento en su decisión, pero éste podría estar vinculado a las olas de violencia que se viven en su país de origen resultados a partir de esta revisión en la metodología

Como ejemplo, en octubre de 2018, justo cuando llegaba a la frontera Sur de México, la primera de esta serie de caravanas y un par de meses antes del inicio de la administración del presidente López Obrador, éste anunció que se entregarían visas de trabajo para todas aquellas personas centroamericanas que desearan permanecer en México (Nájar, 2018). Así, entre el 18 y el 28 de enero de 2019, el gobierno mexicano entregó alrededor de 13,000 tarjetas de visitante por razones humanitarias a las personas que fueron llegando en caravanas y grupos grandes al puente fronterizo de Ciudad Hidalgo, Chiapas (Pradilla, 2020).

Sin embargo, en marzo de 2019, se reportó la suspensión repentina de dichas tarjetas por razones humanitarias por parte del gobierno mexicano en la frontera Sur, así como el bloqueo de las carreteras por parte de la policía local de la ciudad de Huixtla, Chiapas, para evitar el desplazamiento de las personas. Tan sólo un mes después (Andujano, 2019), se informaba que hombres, mujeres, niñas y niños en situación de movilidad habían sido tomados por la fuerza y subidos en contra de su voluntad a los vehículos oficiales de las autoridades migratorias con el fin de detenerlos y posiblemente deportarlos a sus lugares de origen.

El asentamiento ha sido un término con poca atención en México al hablar de la migración en tránsito por el país, basado en el hecho de que, al cabo del tiempo, la población centroamericana y de otros países que entraban por la frontera Sur del país con Guatemala lograban cruzar la frontera Norte del país para llegar a Estados Unidos. (REDODEM, 2019). La diversidad de perfiles de movilidad aquí mostrada invita a cuestionarse si es más fácil el asentamiento en entidades, ciudades o localidades con un perfil claro de recepción de migrantes, como serían las llamadas “ciudades multiculturales”, como la Ciudad de México; o buscar establecerse en las principales ciudades del país o en las ciudades fronterizas con Estados Unidos para estar más cerca del destino inicialmente planeado, en la búsqueda de espacios residenciales atractivos por el dinamismo de su mercado laboral, los recursos y servicios que ofrecen, y la presencia de instituciones y agencias de atención gubernamental.

De acuerdo Castels (2001), las nuevas corrientes migratorias “forzadas” a salir de sus países de origen por motivos económicos o por desastres naturales, tienen un trasfondo político, social y económico, debido a la falta de oportunidades de empleo, la desigualdad, la insuficiencia de los servicios sociales, principalmente los educativos y de salud, la escasez alimentaria, los cambios climáticos y/o los desastres naturales, son factores de inestabilidad y de riesgo en los países en desarrollo aunado a las políticas y prácticas gubernamentales inadecuadas, lo que produce un desplazamiento forzado, inducido por estas fragilidades y que se traduce cada vez más en el deseo “voluntario” de migrar en busca de nuevas y mejores oportunidades

Ruiz (2007), comparte que, los campesinos guatemaltecos han cruzado la frontera buscando mejores salarios por su trabajo, a pesar de enfrentarse a manifestaciones de racismo y discriminación, al ser considerados como mano de obra barata. En un principio los sacerdotes rentaban la tierra del ejido Rodolfo Figueroa, en la que sembraban los habitantes del campamento; sin embargo el trabajo no era remunerado con un salario, sino que se pagaba con la mitad de la producción de maíz, y la otra mitad los sacerdotes la regalaban al resto de los campamentos del municipio, para apoyarlos en su alimentación; y si bien este hecho tenía la finalidad de resolver la emergencia alimentaria del momento y promover la solidaridad entre población refugiada, al poco tiempo produjo inconformidad entre la población de Cieneguita que comenzó a llamar despectivamente “latifundistas” a los sacerdotes.

Con la entrada de los refugiados guatemaltecos a Chiapas, la mano de obra en el campo se abarató más de la mitad de su costo real. La demanda de trabajo y las necesidades de los refugiados eran tales, que hasta para obtener un poco de agua y de maíz trabajaban por bajos salarios las parcelas de los campesinos mexicanos; incluso aceptaban realizar el trabajo de otros peones que no contaban con tierra propia.

Ruiz (2007), explica que, los que partieron de sus aldeas en Guatemala antes del conflicto armado iniciado en 1981, lo hicieron como migrantes económicos que iban hacia las tierras cafetaleras del sur de México o se contrataban como mano de obra barata para México. Muchos de ellos formaron parte de una población flotante que, a raíz de la represión militar en Guatemala, regresó a sus aldeas para buscar a sus familias y posteriormente adquirir, de facto, el estatus de exiliados políticos en México. Ahora, a más de 25 años de refugio, ellos y sus descendientes necesitan desplazarse nuevamente en busca de mayores oportunidades de trabajo, y van principalmente hacia Estados Unidos.

### Disponibilidad de empleo

El panorama de la migración en el municipio de Frontera Comalapa está íntimamente relacionado con una situación dominada por deficientes condiciones de trabajo. A pesar de la importancia económica que representa dicha mano de obra para la economía regional —para algunos sectores productivos es imprescindible—, no existe aún un programa que tenga como principal intención mejorar las condiciones de trabajo. Es importante tomar en cuenta que la crisis que sufre el agro en la mayoría de los países centroamericanos significará para la frontera sur de México, en un plazo muy cercano, una mayor complejización del fenómeno migratorio, tanto en relación con los flujos que utilizan a esta región como lugar de tránsito como para aquellos que migran con la intención de trabajar en ella, dado que los mercados laborales de los lugares de origen como los principales de los lugares de destino se enfrentan a presiones que no pueden satisfacer.

En el municipio de Frontera Comalapa los sectores económicos que se desarrollan en el territorio se presenta Conforme a la Población Ocupada del municipio de Frontera Comalapa: de los 36,808 habitantes del municipio, 13, 270 de ellos se encuentran concentrados en el sector primario, que representa el 13.70% del total. Dicha población se encuentra distribuido en las actividades señaladas en la tabla 1)

Tabla 1. Actividades económicas en Frontera Comalapa

No. Sector	Actividad económica	UE Unidades económicas
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	1
23	Construcción	2
31-33	Industrias manufactureras	304
43	Comercio al por mayor	95
46	Comercio al por menor	1767
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	34
51	Información en medios masivos	11
52	Servicios financieros y de seguros	11
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	18
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	30
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	78
61	Servicios educativos	20
62	Servicios de salud y de asistencia social	88
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	27
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	527
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	400
Total		3717

Fuente: Elaboración propia con base a INEGI, 2020

### Salario

De la Canal (2019) señala que “el aumento de la movilidad internacional de migrantes está representada por un número importante de solicitantes de protección, asilo, refugio y empleo”. La región del Soconusco, es testigo de moviidades y cruces transfronterizos representativos y en constante ascenso, donde a su vez, se identifican áreas de conflicto, entre los que cuentan la presencia y actuación de ciertos grupos violentos y las disputas entre los mismos. Actualmente se encuentran las caravanas de migrantes donde el fenómeno representa una escala de violencia entre el estado y estos actores involucrados, a pesar de ello se han involucrado en diferentes áreas de empleo como son la agricultura, comercio, construcción y sexo comercial, con datos obtenidos a grupos focales.

Los que partieron de sus aldeas en Guatemala antes del conflicto armado iniciado en 1981, lo hicieron como migrantes económicos que iban hacia las tierras cafetaleras del sur de México o se contrataban como mano de obra

barata para Estados Unidos. Muchos de ellos formaron parte de una población flotante que, a raíz de la represión militar en Guatemala, regresó a sus aldeas para buscar a sus familias y posteriormente adquirir, de facto, el estatus de exiliados políticos en México. Ahora, a más de 25 años de refugio, ellos y sus descendientes necesitan desplazarse nuevamente en busca de mayores oportunidades de trabajo, y van principalmente hacia Estados Unidos (Ruíz 2007).

México autorizará el ingreso de todas esas personas por razones humanitarias, en cumplimiento con sus obligaciones internacionales, mientras ellas esperan la adjudicación de sus reclamos de asilo. México también ofrecerá empleos, atención médica y educación de conformidad con sus principios. (Declaración conjunta de EE. UU. y México, 2019)

Dentro de estos grupos realizando una comparación con la PEA local se identifica que la oferta de empleo es igual en comparación con los migrantes, pero la forma de pago es distinta. La población local de acuerdo con el salario mínimo en México que es 141.70 obtienen entre esa cantidad y 200 pesos diarios. Para el caso de los migrantes es alrededor de los 100 a 150 pesos como 8 horas de trabajo excesivo para el caso de agricultura, comercio, construcción.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En el presente trabajo se analizó el fenómeno migratorio internacional por la frontera Sur de México y los efectos que tiene este proceso en la incorporación de la población migrante en las actividades económicas y laborales que ofrecen los municipios fronterizos, como es el caso del municipio Frontera Comalapa, Chiapas, México. El análisis representó el esfuerzo por identificar, entre otros aspectos, las causas que originan la migración de la población de los países fronterizos, la dinámica económica que prevalece en el municipio de estudio, las actividades en las cuales se inserta la población migrante y el promedio de ingreso salarial que percibe, particularmente, en actividades económicas que, de manera temporal, formal o informal, desarrollan dentro de un territorio municipal, representando además una oportunidad de acceso a una vivienda y empleo, como primer punto de acceso a México, en el trayecto o destino hacia Estados Unidos.

El estudio muestra que independientemente a la condición migratoria en la que se encuentran toda la población migrante, existe un sinnúmero de actividades donde ellos se desenvuelven a través de condiciones ilegales, de explotación laboral e, incluso, actividades ilegales, pero que es una forma alterna de empleo, como, por ejemplo, el trabajo por jornada en cultivos o sexo comercial.

#### *Conclusiones*

Los flujos migratorios internacionales que se desarrollan en la frontera Sur de México, parece ser una alternativa única y eficaz para que la población encuentre, en otro lugar donde no es su origen, las oportunidades de empleo, salario y, por consecuencia, mejorar sus condiciones de vida y bienestar social. La migración internacional de países como Guatemala, Honduras y El Salvador, son muestra fehaciente que la población migrante busca en municipios fronterizos las primeras oportunidades de tener una mejor calidad de vida y el municipio Frontera Comalapa, no es la excepción.

Los usos del suelo, las actividades económicas y la dinámica económica y laboral que ofrecen los municipios fronterizos, son la primera opción que tienen los migrantes para incorporarse a las actividades laborales y la obtención, temporal, de un salario que le ayude a continuar con su trayecto hacia los Estados Unidos, con la opción de permanecer en México en diversas ciudades que le permiten mayor desarrollo social, familiar y económico. Esta temporalidad se explica por el modelo económico que promueve trabajos precarios y contrataciones flexibles.

La dinámica migratoria internacional se considera como un fenómeno de movilidad, debido a que provoca múltiples relaciones territoriales entre naciones y entre ciudades; para el presente caso entre la frontera Sur de México y la de Guatemala. De esta manera, los flujos migratorios se convierten en una variable que provoca una relación internacional que confluye e impacta en los aspectos políticos, económicos, sociales y culturales, siendo un indicador para la toma de decisiones para regular y controlar la situación jurídica de los actores involucrados en el fenómeno.

### **Referencias**

- Echeverri, L. (2019). Migraciones de la sociedad contemporánea. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador.
- Espinoza Miranda, M. (2011). El Fenómeno Actual de Sobre población Humana y los Retos que Plantea la Situación Demográfica para el Perú. Lima, Perú: Derecho & Sociedad.
- Favela, E. R. (2020). La expansión urbana del futuro, los macrodesarrollos y el derecho. Biblioteca Jurídica UNAM, 283-413.
- Fernandes, E. (2011). Regularización de asentamientos informales en América Latina. USA: Lincoln Institute.
- Gámez, A. (2003). Flujos migratorios de trabajadores andaluces (1979-1997): un análisis económico con datos. Madrid España: Asociación Española de Ciencia Regional.

- Heinrichs. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile. *Revista Eure*, Vol. XXXV, N° 104., pp. 29-46..
- Heinrichs et al. . D. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile. *Revista Eure*, Vol. XXXV, N° 104., pp. 29-46..
- Hernández et al. . (2009). Rurales y periurbanos: una aproximación al proceso de conformación de la periferia Poblana. *Colegio de Posgraduados y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, pp. 275-295.
- Nacif, N. (2003). sobrepoblación humana. Perú: Biology Cabinet Organization.
- Noguera, R. (2005). ASPECTOS DE LOS ASENTAMIENTOS IRREGULARES EN AMÉRICA LATINA. Bogotá, Colombia: Redalyc.
- Pellegrino, A. (2003). La migración internacional en América latina y el Caribe: tendencia y perfiles de los migrantes. Santiago de Chile: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) .
- Pérez. (1995). Actores sociales de la ciudad. México: RNIU.
- Recio, A. (2006). Migraciones y mercado laboral. Huelva, España: Sociedad de economía mundial.
- Ruiz, M. C. (2017). Cambio de uso del suelo en la cuenca del río Sabinal, Chiapas, México. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, 39-49.
- Seeguer, C. R. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza. *Revista Eure*, Vol. XXXV, N° 104., pp. 29-46.
- Solimano, A. (2007). Migraciones internacionales. Santiago de Chile: División de Desarrollo Económico.
- Soraya, P. C. (2003). Proceso de urbanización . *Geoenseñanza*, 67-82.
- INEGI. (2019)(2020). INEGI. “Censo General de Población y Vivienda”, *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*.
- REDODEM. (2020).

### Notas Biográficas

El **Lic. Miguel Alejandro Maldonado Cruz**, es Licenciado en Derecho y alumno egresado de la Maestría en Estudios de la Ciudad de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México, adscrito al Programa Nacional de Posgrados del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El **Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez**, es Doctor en Ciencias Sociales, Profesor Investigador de tiempo completo adscrito a la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México; docente de nivel licenciatura, maestría y doctorado; ha sido responsable y corresponsable de proyectos de investigación; es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y cuenta con el reconocimiento Perfil Deseable PRODEP; es Líder del Cuerpo Académico Planeación, Urbanismo y Medio Ambiente y tiene una trayectoria como ponente y conferencista en diversos eventos académico y científicos de nivel nacional e internacional, así como autor de publicaciones en libros y revistas nacionales e internacionales.

## Percepción de los Estudiantes de una Escuela Pública de Enfermería sobre sus Funciones en los Servicios de Odontología

PSS. Yoshuni Cristal Mandujano Ruíz<sup>1</sup>, Dra. Laura Guillermina Tejero Pérez<sup>2</sup>, MSP. Gabriela Gutiérrez Hernández<sup>3</sup>, Dr. Luis Fernando Calcáneo Florez<sup>4</sup>, Dra. Yadira Candelero Juárez<sup>5</sup>, MCSP. Anita Madrigal Almeida<sup>6</sup>

**Resumen**—La Enfermería es una profesión que ofrece sus funciones a diversas áreas laborales, desde la clínica hasta la docencia. Los profesionales de Enfermería han de aplicar sus conocimientos, habilidades y valores en el desempeño de sus funciones en los servicios de Odontología, a fin de garantizar las metas establecidas por dichos servicios. Se presenta un estudio descriptivo, transversal, descriptivo, analítico y prospectivo con una muestra de 161 sujetos de estudio. Se encontró que la mayoría de los participantes identifican las funciones a desempeñar desde su profesión en los servicios de odontología, no obstante, desconocen técnicas o procedimientos a seguir propios de las clínicas dentales, en este sentido se sugiere continuar explorando la temática en otras poblaciones e incorporar a la formación profesional de los estudiantes, elementos conceptuales y procedimentales que favorezcan el desempeño profesional mediante sus funciones en los servicios de odontología.

**Palabras clave**—función de enfermería, profesional de enfermería, atención odontológica, salud bucodental.

### Introducción

En la actualidad los profesionales de Enfermería han logrado posicionarse laboralmente en diversas empresas e instituciones no solo del sector salud, sino, en aquellas en las que, según su formación académica y competencias son aptos para desempeñarse de manera eficiente. No obstante, un porcentaje de estos profesionales son asignados a áreas en sus centros de trabajo que no siempre corresponden o son adecuadas a sus conocimientos o habilidades, como lo son aquellas dentro de los servicios de salud dental, lo cual conlleva a que las actividades o funciones que les son asignadas se ven limitadas y, como enfermeros auxiliares dentales, deben estrictamente asistir y cumplir las indicaciones del médico odontólogo.

Las patologías que afectan la salud bucal de la población, cada vez son más complejas, puesto que presentan complicaciones relacionadas con otras enfermedades que pueden prevenirse, no solo mediante el autocuidado de las personas, sino también con la participación de todos los actores sociales, en particular de los profesionales de la salud.

El Consejo Ejecutivo de la OMS en su informe de la 148.<sup>a</sup> reunión, presenta los siguientes datos respecto a la incidencia, efectos y prevalencia de las enfermedades bucodentales:

- Las caries, las periodontopatías, la pérdida de dientes y los cánceres de labio y de la cavidad bucal, son las enfermedades bucodentales más prevalentes.
- Más de 3500 millones de personas padecen enfermedades bucodentales y son causadas por una serie de factores de riesgo modificables (consumo de azúcar, tabaco y alcohol, higiene deficiente, determinantes sociales y comerciales subyacentes).
- Enfermedades bucodentales no tratadas dan lugar a dolores e infecciones prevenibles y una reducción de la calidad de vida, así como ausentismo escolar y pérdida de productividad (OMS, 2020:1).

En lo que respecta a México, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales [SIVEPAB] refiere que además de la falta de higiene oral, el consumo de tabaco, la desnutrición, el consumo excesivo de alcohol, el estrés, la diabetes mellitus y otras condiciones como el embarazo, son factores de riesgo relacionados para la enfermedad periodontal (Secretaría de Salud, 2015).

<sup>1</sup> La PSS. Yoshuni Cristal Mandujano Ruíz es Pasante de Servicio Social de la Licenciatura en Enfermería en la División Académica de Ciencias de la Salud de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en Villahermosa, Tabasco, México. [krhiss.cmr@gmail.com](mailto:krhiss.cmr@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Laura Guillermina Tejero Pérez es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en la División Académica de Ciencias de la Salud de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en Villahermosa, Tabasco, México. [tepelaura@hotmail.com](mailto:tepelaura@hotmail.com)

<sup>3</sup> La MSP. Gabriela Gutiérrez Hernández es Cirujano Dentista adscrita al Centro de Referencia de Especialidades Odontológicas de la Secretaría de Salud del estado de Tabasco en Villahermosa, Tabasco, México. [actinomyce@hotmail.com](mailto:actinomyce@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Luis Fernando Calcáneo Florez es Profesor Investigador Interino en la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en Comalcalco, Tabasco, México. [fernando.calcaneo@ujat.mx](mailto:fernando.calcaneo@ujat.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Yadira Candelero Juárez es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en Comalcalco, Tabasco, México. [yadycan@hotmail.com](mailto:yadycan@hotmail.com)

<sup>6</sup> La MCSP. Anita Madrigal Almeida es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en la División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco en Comalcalco, Tabasco, México. [ani\\_madrigal@live.com.mx](mailto:ani_madrigal@live.com.mx)

La enfermería es una disciplina científica que surge por la necesidad de brindar atención y cuidado a las personas, en especial a quienes, debido a la discapacidad o incapacidad resultante de alguna patología, son incapaces de realizar sus actividades vitales por sí mismos (León, 2006).

Desde el origen de la humanidad esta ciencia ha estado presente, ya que el dolor y el sufrimiento que las personas han experimentado como resultado de las actividades de subsistencia, facilitaron su intervención mediante las acciones de cuidado y apoyo para la recuperación de la salud.

Aunque históricamente se ha mantenido una perspectiva de asistencia intra-hospitalaria de los profesionales de enfermería, en la actualidad las funciones que pueden desempeñar se han diversificado hacia otras áreas extra-hospitalarias como lo es la administración, la clínica ambulatoria, la docencia, la investigación y las políticas públicas. No obstante, dentro del área clínica hay un extenso campo de trabajo para el desempeño de sus competencias profesionales que no siempre se han aprovechado adecuadamente por diversos factores. Los servicios odontológicos son claro ejemplo como área de oportunidad en el que pueden realizar actividades como evaluación inicial de riesgos, bioseguridad, educación y promoción a la salud, coordinación de la atención, gestión de material y recursos, por mencionar algunas que con base a sus conocimientos y competencias puedan realizar con el fin de ofrecer un servicio integral de calidad en conjunto con el profesional de odontología (Maxey, Farrell & Gwozdek, 2017).

Si bien, se ha contemplado a la auxiliar de Enfermería o Enfermera dental y a otros profesionales técnicos dentro de la categoría de “asistente dental, personal auxiliar de odontología o higienista dental” con un limitado número de acciones a realizar, la profesionalización de esta disciplina los faculta con competencias para realizar múltiples actividades que en un consultorio odontológico son necesarias para satisfacer las exigencias no solo del centro de trabajo sino también de los pacientes y de la comunidad. En este sentido, es imperiosa la necesidad de que los centros de educación superior tanto a nivel técnico como de licenciatura, integren a sus planes de estudio los elementos concernientes a la Enfermería Dental, puesto que algunos enfermeros que no están desempeñándose en el área o servicios de odontología, desconocen las funciones a realizar o bien, no cuentan con los conocimientos básicos para cumplir con las responsabilidades laborales.

En relación a lo anterior, Zavala y Campaña (2020) refieren que es una realidad opacada que el proceso de formación de estos profesionales se sigue dando de manera empírica o mediante cursos que no son certificados o avalados por instituciones de educación superior, lo que puede impactar en el desempeño de sus funciones, con sobrecarga de actividades laborales o una inadecuada remuneración económica.

En 1959 la Organización Mundial de la Salud (OMS) dio a conocer a través de su serie de informes técnicos N° 163 “Comité de expertos en personal auxiliar de odontología” las funciones que se confían al personal auxiliar de odontología como, por ejemplo: recibir y preparar al paciente, brindar asistencia post-operatoria al paciente, entre otras.

Respecto a las labores de los auxiliares de odontología Chaparro, Guzmán, Naizaque, Ortiz y Jiménez (2015) mencionan que solo deben ejecutar las labores con base a sus competencias, las cuales deben ser definidas con claridad para que no derive en conflictos laborales o en la rotación del personal en diversas áreas dentro del centro de trabajo sin lograr metas u objetivos de calidad en el servicio y ambiente laboral.

Un estudio realizado en los departamentos de cirugía oral de los hospitales universitarios de odontología en Japón, concluyó que los distintos cuidados de apoyo que realiza el personal de enfermería, juegan un papel importante en la eficacia de las consultas externas de cirugía oral, ya que contribuyen al mantenimiento y mejora de la vida social y la calidad de vida de los pacientes (Aoki, Ohta & Kazuma, 2002).

La Norma Oficial Mexicana NOM-013-SSA2-2015 Para la prevención y control de enfermedades bucales, se refiere al personal auxiliar como aquel trabajador de la salud, que brinda apoyo al estomatólogo, pasante en servicio social o estudiante en los procedimientos de atención estomatológica. Así mismo, distingue al higienista dental como aquel profesional colaborador directo del estomatólogo en acciones de fomento y promoción de la salud bucal, contribuyendo en las labores de educación individual y colectiva; asistencia directa al estomatólogo y prevención operativa a través de acciones específicas como aplicación de selladores, limpieza dental, fluoración tópica, toma de radiografías; así como, colaborando en los aspectos administrativos básicos del servicio de estomatología: registros, inventarios, existencias, citas, comunicación con laboratorios (Secretaría de Salud, 2016).

Analizando estos datos es obvio que el desempeño de dichas funciones o labores, no solo se refiere a la estricta asistencia al profesional de odontología por parte de las y los enfermeros como auxiliares dentales, sino, a la posibilidad del desempeño profesional en otras áreas de los servicios odontológicos, de acuerdo con las propias competencias del profesional de enfermería para actuar de manera colaborativa y eficaz.



### Descripción del Método

Estudio descriptivo, transversal, analítico y prospectivo; se realizó en una población de 273 estudiantes inscritos durante el ciclo escolar marzo-septiembre del año 2021 en el Programa Educativo de la Licenciatura en Enfermería en la División Académica de Ciencias de la Salud de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Se utilizó un muestro probabilístico aleatorio simple y para el cálculo de la muestra, con la siguiente fórmula  $n = Z^2 * (p) * (1-p) / c^2$ , en donde:

n= tamaño de la muestra

Z= nivel de confianza (95%)

p= 0.5

c= margen de error (0.04 = ±4)

La muestra de estudio quedó definida con un total de 161 sujetos, a los cuales se les envió mediante sus correos institucionales la liga electrónica del instrumento en Google Form, el cual consta de los siguientes apartados: *apartado I* (datos de identificación de los participantes: género, edad, ciclo escolar, lugar de residencia, estado civil, ocupación) y *apartado II* (exploración de la percepción y los conocimientos sobre funciones, instrumental y materiales, procedimientos y técnicas del profesional de enfermería en los servicios de odontología).

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La media de edad es de 20.67 años, el mínimo es de 18 años y el máximo de 25 años. El 77% (124) son mujeres y el 23% hombres (37). Con relación a la procedencia, esta se concentra en los municipios de Cárdenas, Comalcalco y Centro. Solo 11 (6.8%) son casados y de estos el 90.9% (10) son mujeres y 1 es hombre. El 50.9% vive en zona rural y 49.1% en la zona urbana. En cuanto a su religión, el 63.3% son católicos y el 19.3% son cristianos. Respecto a su avance escolar, el 41.6% cursa el 7° ciclo, 24.8% el 5° ciclo y 27.3% el 2° ciclo.

En cuanto a la percepción de las funciones del profesional de enfermería en los servicios de odontología, se encontró que: el 59% identificó las funciones que se relacionan con la administración y organización, el 83% identificó las funciones que se relacionan con la enfermería y el equipo de salud, el 91.3% identificó aquellas funciones que se relacionan con el paciente, la familia y la comunidad, el 64.6% identificó las funciones relacionadas con el equipo usado en la atención general de enfermería, procedimientos y tratamientos, y el 64.6% identificó las funciones que debe realizar como auxiliar o asistente de odontología.

Con respecto a los conocimientos que poseen sobre las funciones, el instrumental y materiales, los procedimientos y técnicas del profesional de enfermería en los servicios de odontología, se encontró que: el 90.7% desconoce la técnica a cuatro manos (para reducir tiempos), el 55.3% desconoce el primer paso a seguir ante un accidente de riesgo biológico, el 80.7% desconoce dónde depositar los residuos de mercurio, el 50.9% conoce las enfermedades virales que se pueden presentar en la consulta de odontología, el 65.2% reconoce a la caries como una enfermedad buco-dental, el 73.3% desconoce los medios de barrera para prevenir infecciones cruzadas, el 86.3% desconoce los materiales e instrumentales que se esterilizan mediante vapor a presión o calor seco, y el 52.8% desconoce los instrumentos que entran directamente en contacto con los tejidos o sangre del paciente odontológico.

Otro aspecto importante que se consideró en el instrumento es relacionado con la promoción y educación para la salud, resultando que: el 77.6% desconoce hacia donde se orienta la prevención de enfermedad bucal individual, el 85.7% desconoce hacia dónde se orienta la educación para la salud y el 59.6% desconoce los aspectos que comprende la salud dental.

#### Conclusiones

Con base a los resultados del estudio realizado, se observa que, si bien, los estudiantes de Enfermería identifican las funciones de administración y organización, desconocen la orientación de la Educación para la Salud en los servicios de Odontología. Así mismo, se evidencia que desconocen las técnicas empleadas en la atención odontológica con el fin de reducir los tiempos de trabajo, que carecen de conocimientos para actuar ante accidentes que representen un riesgo biológico y de la disposición de residuos peligrosos.

#### Recomendaciones

Se hace necesario dar continuidad al presente estudio, tomando como punto de referencia los resultados obtenidos, de modo que permita un análisis más profundo para identificar los factores que inciden en las competencias profesionales de Enfermería.

### Referencias

Aoki, H., Ohta, K., & Kazuma, K. (2002). Kokubyo Gakkai zasshi. The Journal of the Stomatological Society, Japan, 69(2), 89–94.  
<https://doi.org/10.5357/koubyou.69.89>

- Chaparro Rintha, D.T., Guzmán Rodríguez, A.L., Naizaque Pérez, L.J., Ortiz Figueroa, S. del P., Jiménez Barbosa, W.G. (2015). Factores que originan la rotación del personal auxiliar de odontología. *Universitas Odontológica*, 34(72),19-26. [fecha de Consulta 6 de Julio de 2021]. ISSN: 0120-4319. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231242734009>
- León Román, C.A. (2006). Enfermería ciencia y arte del cuidado. *Revista Cubana de Enfermería*, 22(4) Recuperado el 07 de julio de 2021, de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192006000400007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192006000400007&lng=es&tlng=es).
- Maxey, H. L., Farrell, C., Gwozdek, A. (2017). Exploring Current and Future Roles of Non-Dental Professionals: Implications for Dental Hygiene Education. *Journal of dental education*, 81(9), eS53–eS58. Recuperado de: <https://doi.org/10.21815/JDE.017.033>
- Organización Mundial de la Salud. Comité de expertos en Personal Auxiliar de Salud Dental y Organización Mundial de la Salud (1959). Comité de expertos en personal auxiliar de odontología [se reunió en Ginebra del 30 de junio al 6 de julio de 1985]: informe. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/38186>
- Organización Mundial de la Salud (2020). Salud bucodental. Lograr una mejor salud bucodental como parte de los programas relativos a la cobertura sanitaria universal y las enfermedades no transmisibles de aquí a 2030: Informe del Director General. Consejo Ejecutivo, 148.ª reunión [23 de diciembre de 2020]. Recuperado de: [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/EB148/B148\\_8-sp.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB148/B148_8-sp.pdf)
- Secretaría de Salud (2015). Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales [SIVEPAV]: 10 años vigilando la salud bucal de los mexicanos [en internet]. Recuperado de: [http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/saludbucal/descargas/pdf/10Anos\\_SIVEPAB.pdf](http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/saludbucal/descargas/pdf/10Anos_SIVEPAB.pdf)
- Secretaría de Salud (2016). Norma Oficial Mexicana nom013-SSA2-2015, Para la prevención y control de enfermedades bucales. Recuperado de: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5462039&fecha=23/11/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5462039&fecha=23/11/2016)
- Zavala Cepeda, F., Campaña Lara, M. (2020). Los asistentes dentales, su rol y experiencia en el área odontológica. *Polo del Conocimiento*, 5(12), 252-264. Recuperado de: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2045>

# Análisis Comparativo del Desempeño Estructural de un Edificio de Concreto Reforzado Ubicado en Diferentes Regiones Sísmicas de la República Mexicana

Dr. Sergio Márquez Domínguez<sup>1</sup>, Dr. José Eriban Barradas Hernández<sup>2</sup>, Dr. Ricardo Orozco Cruz<sup>3</sup>,  
M.A.C. Miriam Ramírez Rojas<sup>4</sup>, Mtro. José María Levet Rivera<sup>5</sup>, Ing. Paola Serralta Candia<sup>6</sup>

**Resumen**—En la actualidad, el análisis sísmico es necesario en cualquier proyecto estructural, de mediana o gran envergadura. En este artículo se busca analizar el comportamiento estructural de un edificio elaborado a base de marcos rígidos y muros de concreto reforzado ubicado en diferentes zonas sísmicas de la República Mexicana. Se utilizó la herramienta de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) denominada PROgrama de Diseño Sísmico (PRODISIS) [2][7] para la obtención de los espectros de diseño, al igual que un software especializado en ingeniería estructural para simular el comportamiento de la estructura ante el impacto sísmico.

**Palabras clave**—Análisis, Estructuras, Sismos, Concreto, Desempeño.

## Introducción

México ha sido clasificado en Regiones Sísmicas debido a su interacción geográfica con cinco placas tectónicas causantes de múltiples sismos de baja, mediana y de gran magnitud [2][7]. Debido a esto, se han visto expuestas algunas fallas e inconsistencias en las estructuras que se atribuyen a un mantenimiento inadecuado, a una supervisión de obra deficiente, o a un mal análisis estructural. El objetivo principal que se busca con este artículo es comparar el comportamiento de un edificio, ubicado en diferentes regiones sísmicas, aplicando un suelo tipo II en todos los casos analizados.

## Desarrollo

### Análisis de la Estructura

Se idealiza un edificio estructural de 10 niveles con un apéndice adicional, el cual cuenta con estacionamiento en el primer nivel, área de comercios en el segundo nivel, y a partir del tercer nivel hasta el décimo se proyecta para áreas de oficinas. En la Figura 1, destaca la configuración estructural propuesta basada en (Pérez Alamá, 2008) [9].

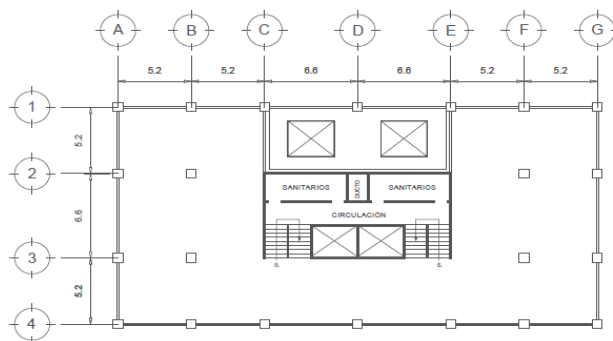


Figura 1. Vista de planta tipo [9].

<sup>1</sup> El Dr. Sergio Márquez Domínguez es investigador en el Instituto de Ingeniería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [semarquez@uv.mx](mailto:semarquez@uv.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. José E. Barradas Hernández es investigador en el Instituto de Ingeniería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [erbarradas@uv.mx](mailto:erbarradas@uv.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Ricardo Orozco Cruz es investigador en el Instituto de Ingeniería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [rorozco@uv.mx](mailto:rorozco@uv.mx)

<sup>4</sup> La M.A.C. Miriam Ramírez Rojas es docente de la Facultad de Ingeniería, Región Orizaba - Córdoba, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [miriramirez@uv.mx](mailto:miriramirez@uv.mx)

<sup>5</sup> El M.I. José María Levet Rivera es docente de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat. Región Veracruz de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México. [jlevet@uv.mx](mailto:jlevet@uv.mx)

<sup>6</sup> La Ing. Paola Serralta Candia es Ingeniera Civil Egresada de la Facultad de Ingeniería, Región Orizaba - Córdoba, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [paoserralta39@gmail.com](mailto:paoserralta39@gmail.com)

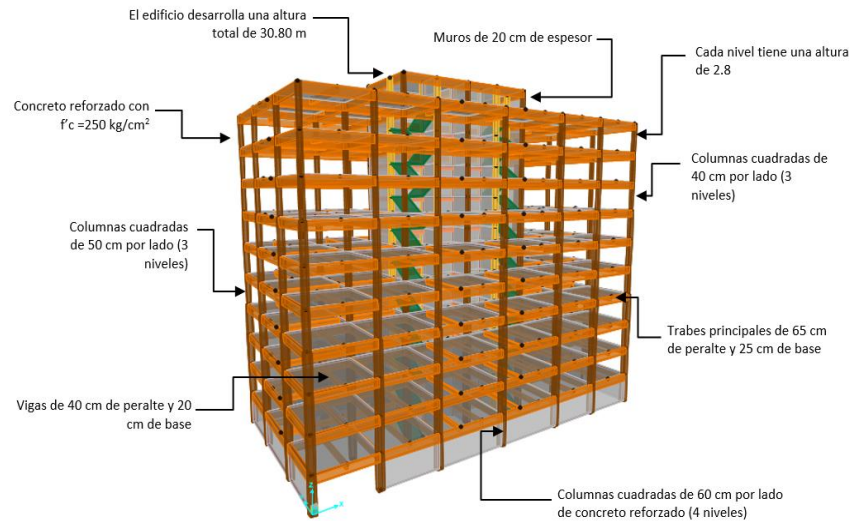
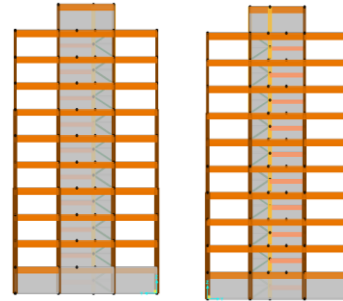
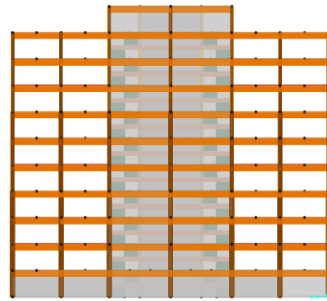
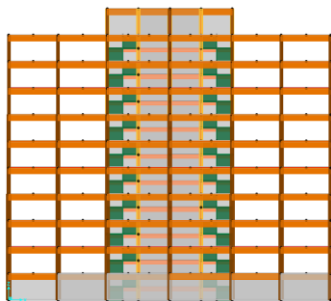


Figura 2. Características de la estructura basadas en las recomendaciones de las NTC-DC 2017 [3].

### Modelado Estructural

El edificio configurado a base de marcos rígidos y muros de concreto reforzado que caracterizan su núcleo central, fue modelado mediante el empleo de un software especializado en ingeniería estructural. El edificio se analiza en las cuatro zonas sísmicas en las que se clasifica el territorio nacional.



### Análisis Modal Espectral (AME)

Para estimar las cargas permanentes y de servicio se considera el criterio establecido en las NTC-CADE, 2017 [8]. La estructura se clasifica dentro del Grupo B conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal [1]. Por lo tanto, las cargas estimadas para los diferentes entresijos son: 1) Azotea y apéndice ( $420.5 \text{ kg/m}^2$ ), 2) Entresijos para oficinas ( $522.5 \text{ kg/m}^2$ ), y 3) Nivel destinado a comercio ( $522.5 \text{ kg/m}^2$ ). Posteriormente, mediante un Análisis Modal Espectral se simula la respuesta sismorresistente del edificio ubicado en las cuatro regiones sísmicas: Nuevo León (Zona A), Querétaro (Zona B), Puebla (Zona C) y Guerrero (Zona D). Para la construcción del Espectro de Diseño Elástico Reducido se establece el factor de comportamiento sísmico  $Q=2$ , sobrerresistencia  $R_o=2$  y factor por redundancia  $\rho=1.25$ . En la Figura 6, Los espectros de diseño modificados que resultaron del análisis espectral realizado en PRODISIS basado en la normativa (Comisión Federal de Electricidad, 2015) [2][7] e idealizado para un suelo clasificado como Tipo II, para una velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) de 540 m/s, espesor del estrato de terreno equivalente ( $H_s$ ) de 30 m resultando en un periodo del suelo  $T_s=0.222s$  en el espectro regional transparente.

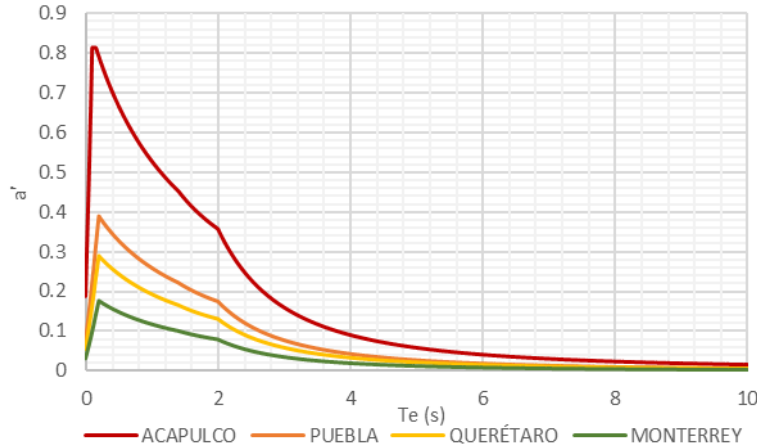


Figura 6. Espectros de Diseño Modificado de los cuatro municipios analizados.

*Revisión por Cortante Basal (CB)*

El Cuadro 1, muestra las diferencias en los cortantes basales obtenidos del análisis modal espectral, relacionadas con la zona sísmica, cumpliendo satisfactoriamente con las NTC-DS 2020 [4], donde  $V_d$  es el cortante basal calculado dinámicamente (considerando el eje más desfavorable),  $a_{min}$  es la aceleración como fracción de la aceleración de la gravedad (0.02285), y  $W_0$  es el peso de la estructura a nivel de desplante (5848.40 ton).

Municipio	Zona	Cortante Basal en X ( $V_d$ ) (Ton)	Cortante Basal en Y (Ton)	$a_{min}W_0$ (Ton)	NTC DS 2020 [4]
Monterrey	A	551.61	571.54	133.68	CUMPLE
Querétaro	B	902.59	935.12	133.68	CUMPLE
Puebla	C	1215.88	1259.92	133.68	CUMPLE
Acapulco	D	2543.91	2637.22	133.68	CUMPLE

Cuadro 1. Cortantes basales obtenidos del Análisis Modal Espectral (AME)

El Cuadro 2, destaca los modos de vibrar iguales para las cuatro regiones, debido a que los periodos están en función de la masa y la rigidez de la estructura.

Modo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Periodo (s)	0.536367	0.513372	0.316245	0.183391	0.143827	0.112799	0.110153	0.108481	0.100926	0.091056

Cuadro 2. Modos de vibrar de la estructura para las cuatro zonas analizadas.

*Revisión por Estado Límite de Prevención de Colapso*

Para el análisis de las distorsiones límite de prevención de colapso se debe respetar los valores límite establecidos por las NTC-DS, 2020 [4], donde para un  $Q=2$  el valor de la distorsión máxima es  $Y_{max} = 0.01$ . En el Cuadro 3, se muestran los resultados de la respuesta sísmica sobre el eje largo (dirección X) de los modelos analizados en las diferentes zonas sísmicas. La Figura 7, esquematiza claramente que el nivel 5 concentra la máxima distorsión por colapso y como era de esperarse el edificio ubicado en el municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero presenta la respuesta sísmica más desfavorable por ubicarse en la zona sísmica de mayor peligro. En el Cuadro 4 y Figura 8, se describe el comportamiento de la estructura en el eje corto o más desfavorable (dirección Y) destacando que, para la estructura localizada en el estado de Guerrero, los entresijos del 5 al 8 están en el límite de distorsión máxima permitida por las NTC-DS, 2020. Para este primer análisis realizado con las características estructurales iniciales dadas en la Figura 2 se puede concluir que la estructura se comporta adecuadamente acorde con las distorsiones observadas siendo factible una reestructuración para maximizar el desempeño estructural ante la respuesta sísmica de la estructura bajo el impacto de un sismo.

Nivel	Colapso en Eje X			
	Monterrey	Querétaro	Puebla	Acapulco
1	0.000254	0.000394	0.000518	0.000984
2	0.000859	0.001415	0.001913	0.003275
3	0.001091	0.001794	0.00242	0.004293
4	0.001063	0.001740	0.002345	0.004308
5	0.001241	0.002033	0.002738	0.004658
6	0.001149	0.001879	0.002530	0.004356
7	0.001030	0.001679	0.002259	0.003965
8	0.001195	0.001955	0.002633	0.004280
9	0.000966	0.001584	0.002134	0.003479
10	0.000649	0.001064	0.001388	0.002298

Cuadro 3. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje X.

Nivel	Colapso en Eje Y			
	Monterrey	Querétaro	Puebla	Acapulco
1	0.000171	0.000271	0.000361	0.000739
2	0.002053	0.003298	0.004409	0.007396
3	0.002499	0.003990	0.005320	0.009500
4	0.002519	0.004009	0.005340	0.009543
5	0.002931	0.004646	0.006178	<u>0.010448</u>
6	0.002945	0.004646	0.006165	<u>0.010404</u>
7	0.002824	0.004440	0.005884	<u>0.010006</u>
8	0.003121	0.004884	0.006458	<u>0.010514</u>
9	0.002851	0.004435	0.005836	0.009464
10	0.002363	0.003679	0.004863	0.007518

Cuadro 4. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje Y.

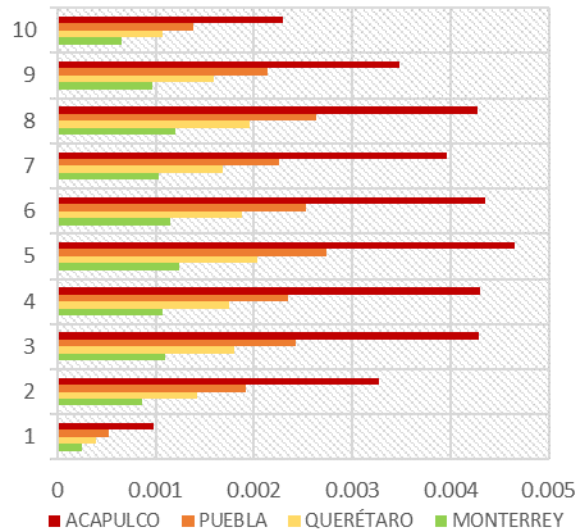


Figura 7. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje X.

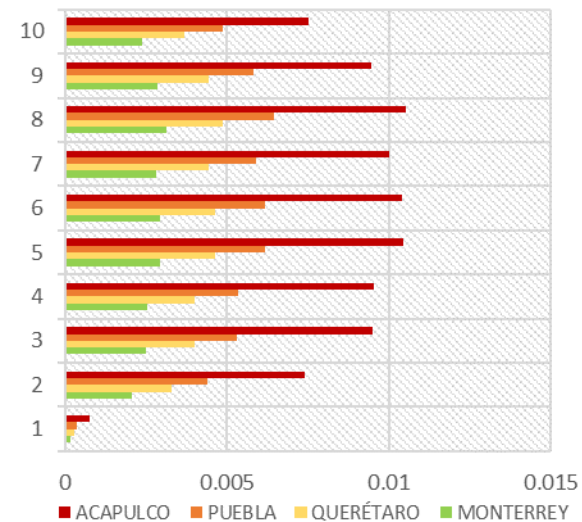


Figura 8. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje Y.

### Discusión

La revisión de Estado Límite por Colapso descrito en las Figuras 7 y 8, demostró que la estructura se comporta adecuadamente acorde con las distorsiones observadas siendo factible una reestructuración para maximizar el desempeño estructural ante la respuesta sísmica de la estructura. Se debe tener en cuenta que el eje fuerte de la estructura (largo, dirección X) mostró un comportamiento ideal, mientras que el lado débil (corto, dirección Y) las distorsiones se magnifican lo que podría causar daños estructurales en caso de sobrepasar los estados límites permitidos. Basados en la respuesta sísmica ampliamente descrita anteriormente y mediante un proceso iterativo, se prosigue a redimensionar los elementos estructurales principales (columnas, traveses principales y secundarios) de la estructura sometiendo cada configuración a las revisiones solicitadas en las NTC-DS 2020 [4], seleccionando la configuración estructural con la mejor respuesta sismoresistente. El rediseño resultante se plasma en el Cuadro 5, donde el impacto de la región sísmica donde se cimienta la estructura es evidente. Además, en los Cuadros 6 y 7 con sus correspondientes Figuras 9 y 10 se presenta el análisis comparativo de la configuración estructural seleccionada derivado de la revisión del Estado Límite por Colapso en la dirección fuerte (eje X) y eje corto o fuerte dirección Y, respectivamente.

Municipio	Zona	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	Dimensiones de Columnas en centímetros		
			N1 - N4	N5-N7	N8-N10
Monterrey	A	250	50 x 50	40 x 40	30 x 30
Querétaro	B	250	55 x 55	45 x 45	35 x 35
Puebla	C	250	60 x 60	50 x 50	40 x 40
Acapulco	D	350	80 x 80	70 x 70	60 x 60

Cuadro 5. Configuración estructural proveniente de un Análisis Iterativo bajo respuesta sísmica para las cuatro regiones sísmicas.

Nivel	Colapso en Eje X			
	Monterrey	Querétaro	Puebla	Acapulco
1	0.000261	0.000393	0.000518	0.001006
2	0.000981	0.001511	0.001913	0.003040
3	0.001188	0.001866	0.002420	0.004074
4	0.001118	0.001775	0.002345	0.004256
5	0.001414	0.002159	0.002738	0.004415
6	0.001286	0.001981	0.002530	0.004154
7	0.001133	0.001753	0.002259	0.003826
8	0.001379	0.002108	0.002633	0.003868
9	0.001129	0.001714	0.002134	0.003136
10	0.000788	0.001174	0.001388	0.002076

Cuadro 6. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje X.

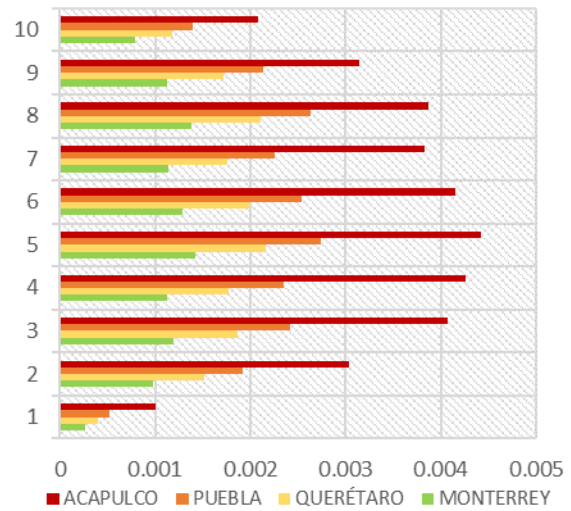


Figura 9. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje X.

Nivel	Colapso en Eje Y			
	Monterrey	Querétaro	Puebla	Acapulco
1	0.000154	0.000258	0.000361	0.000805
2	0.002364	0.003521	0.004409	0.006753
3	0.002654	0.004093	0.005320	0.009164
4	0.002694	0.004119	0.005340	0.009349
5	0.003318	0.004914	0.006178	0.009900
6	0.003330	0.004908	0.006165	0.009851
7	0.003194	0.004679	0.005884	0.009545
8	0.003604	0.005229	0.006458	0.009669
9	0.003331	0.004766	0.005836	0.008658
10	0.002953	0.004085	0.004863	0.006743

Cuadro 7. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje Y.

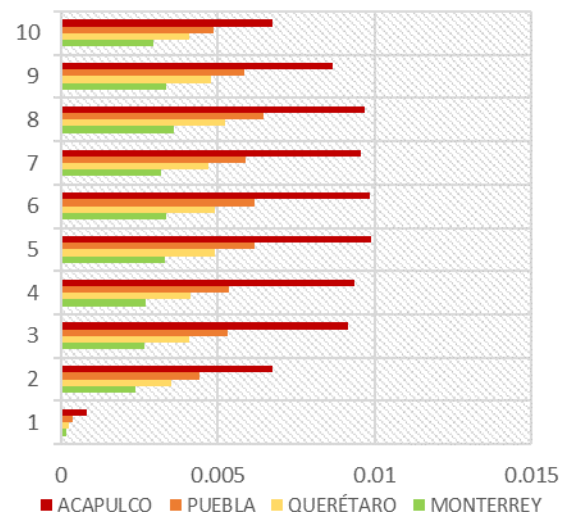


Figura 10. Revisión de las distorsiones por Colapso por nivel en el eje Y.

## Conclusiones

Este artículo, presenta un Análisis Comparativo del Desempeño Estructural de un Edificio de Concreto Reforzado ubicado en diferentes Regiones Sísmicas de la República Mexicana trabajo extrapolado de Márquez et al (2021) [5] donde se estudia el impacto del Coeficiente Sísmico (Q) correlacionado a la configuración estructural la cual define su comportamiento estructural ante el impacto sísmico de un edificio ubicado en una región en específico. Este artículo enmarca el impacto de la zona sísmica reflejado por las distorsiones límites establecidas en los reglamentos vigentes; amplificadas o reducidas por el factor sísmico (Q) implementado, concluyendo que, el tipo de suelo y la ubicación geográfica influye significativamente en el comportamiento de la estructura. El periodo de vibrar está en función de la masa y rigidez de la estructura, y en un principio, al tratarse de la misma estructuración, el periodo se mantuvo igual en las diversas zonas sísmicas como se esperaba [6]. No obstante, al cambiar las dimensiones de los elementos estructurales, cambia la masa y la rigidez de la estructura, pero en este caso, no hubo cambios significativos en los periodos y modos de vibrar debido a la poca variación de las mismas. La reestructuración presentada en el Cuadro 5 demostró ser la mejor configuración analizada para las diferentes regiones sísmicas abordadas acorde con las revisiones de Estado Límite por Colapso establecidos en las NTC DS-2020 [4], incluso se estudió la interacción en el aumento o disminución en la resistencia del concreto y su impacto en las distorsiones de la estructura.

## Referencias

- [1] Arnal Simon , L., & Bentancourt Suárez , M. (2018). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal* . México D.F.:Trillas.
- [2] ELECTRICIDAD, C. F. (2015). *MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES*. Río Ródano núm. 14, Col. Cuauhtémoc, C. P. 06598, México, D. F.: Impreso en México, 2015 CFE.
- [3] Gobierno de la Ciudad de Mexico. (2017). *NTC-DC "Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto"*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- [4] Gobierno de la Ciudad de México. (2020). *NTC-DS, "Normas Técnicas Complementarias para el Diseño por Sismo con comentarios"*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- [5] Márquez Domínguez et al. (2021). *Análisis Diferencial de la Respuesta Estructural de un Edificio de Concreto Reforzado Implementando un  $Q=2$  y  $Q=3$ , Acorde con las NTC-17*. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Hidalgo 2021. ISSN 1946-5351, Volumen 13, No. 9, 2021.
- [6] Meli Piralla, R., & Bazán, E. (2002). *Diseño Sísmico de Edificios*. México : Limusa .
- [7] Mena Hernández , Ulises ; Pérez Rocha , Luis Eduardo ; et, Al. (2015). *Capítulo C1.3 Manual de Diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad* . México : Instituto de Investigaciones Eléctricas CFE .
- [8] México, G. d. (2017). *NTC- CADE, 2017. Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones*. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- [9] Pérez Alamá, V. (2008). *Diseño y Cálculo de Estructuras de Concreto para Edificios de Mediana y Gran Altura Resistentes a Temblor*. México: Trillas.



# Estudio Comparativo de Diferentes Condiciones de Estructuración Implementadas a un Edificio de Concreto Reforzado, Acorde con las NTC-2017

Dr. Sergio Márquez Domínguez<sup>1</sup>, Dr. Dante Tolentino<sup>2</sup>, Dr. Alejandro Vargas Colorado<sup>3</sup>,  
Mtro. Gerson Omar Martínez Guevara<sup>4</sup>, Mtro. José María Levet Rivera<sup>5</sup>, Ing. Valentín Trujillo Álvarez<sup>6</sup>

**Resumen:** Este artículo presenta un estudio comparativo del comportamiento estructural de un edificio de concreto reforzado resuelto con diferentes tipos de estructuraciones, a base de marcos de concreto reforzado, muros de concreto reforzado y contravientos concéntricos de acero. Las estructuras se ubican en suelo tipo II de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se observa que las distorsiones laterales son similares en las configuraciones de muros rígidos y contravientos de acero, sin embargo, reflejan periodos de vibración diferentes debido a la disminución del 5% de peso que presentan las estructuras con refuerzo de acero.

**Palabras clave:** Edificio, Concreto Reforzado, Comportamiento Estructural, Sismo, Distorsión Lateral

## Introducción

Derivado de la explosión demográfica, el ser humano ha evolucionado adaptándose e incluso modificando el entorno donde se desarrolla, impactando directamente en la optimización del espacio, innovando en el desarrollo de ciudades verticales estructuralmente seguras y eficaces que cumplan con la función de mantenerse en servicio durante y después del impacto de algún tipo de fenómeno natural como sismo, huracán, etc. México, cuenta con el Reglamento de Construcción de la Ciudad de México [1], modificado a través de actualizaciones motivadas en su mayoría por la actividad sísmica, el cual clasifica a las acciones de diseño en función del periodo del suelo. México, a lo largo de su historia ha sido afectado por eventos sísmicos de gran magnitud, como el sismo de 1985 y 2017, eventos que ocasionaron daños devastadores en el sector económico y social. La pérdida de vidas humanas derivadas del impacto sísmico ha marcado un parteaguas en la ingeniería estructural del país.

Las variables que controlan el desempeño estructural de las edificaciones ante eventos sísmicos son: a) el uso de la edificación que define su grado de importancia y b) la ubicación geográfica que cataloga el tipo de terreno y el peligro sísmico al que está expuesta la estructura definiendo la región sísmica, y por ende las exigencias sísmicas para el diseño de la estructura. Para estimar los espectros de diseño sísmico se utiliza el PROGRAMA de Diseño Sísmico (PRODISIS), el cual está regido bajo el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2015) [4] para edificaciones proyectadas fuera de la Ciudad de México, en caso contrario, se hace uso del programa SASID (Sistema de Acciones Sísmicas de Diseño), regido por las (NTC DS, 2020) [6]. Los materiales y las secciones transversales de los elementos estructurales son clave para el comportamiento estructural, debido a su impacto directo en la rigidez de la estructura [5]. Otro factor para considerar, es la uniformidad de la estructura, su geometría y el impacto que tienen las modificaciones de las condiciones de regularidad, plasmadas en los códigos de diseño vigentes.

## Planteamiento del Problema

Se estudia el comportamiento estructural de un edificio de 8 niveles simulado con 6 diferentes condiciones de estructuración sujetas a acciones sísmicas, con el fin de evaluar los distintos Estados Limite establecidos en (NTC DS, 2020) [6].

<sup>1</sup> El Dr. Sergio Márquez Domínguez es investigador en el Instituto de Ingeniería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [semarquez@uv.mx](mailto:semarquez@uv.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Dante Tolentino es investigador en el Departamento de Materiales, Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, [dantetl@azc.uam.mx](mailto:dantetl@azc.uam.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Alejandro Vargas Colorado es investigador en el Instituto de Ingeniería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [alejvargas@uv.mx](mailto:alejvargas@uv.mx)

<sup>4</sup> El Mtro. Gerson Omar Martínez Guevara es docente de la Facultad de Ingeniería, Región Orizaba - Córdoba, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [germartinez@uv.mx](mailto:germartinez@uv.mx)

<sup>5</sup> El Mtro. José María Levet Rivera es docente de la Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat. Región Veracruz de la Universidad Veracruzana, Veracruz, México. [jlevet@uv.mx](mailto:jlevet@uv.mx)

<sup>6</sup> El Ing. Valentín Trujillo Álvarez es Ingeniero Egresado de la Facultad de Ingeniería, Región Orizaba - Córdoba, Universidad Veracruzana, Veracruz, México, [valentintrujillo1997@gmail.com](mailto:valentintrujillo1997@gmail.com)

### Bases de Diseño

El edificio consta de marcos estructurales de concreto reforzado, con 6 crujías en el eje longitudinal, 4 de ellas de 5.20 metros de longitud ubicadas a los extremos y las 2 restantes de 6.60 metros localizadas al centro; 3 crujías en el eje transversal, 2 crujías de 5.20 metros a los extremos, y una de 6.60 metros en la parte central. Con una dimensión en planta de 34.6 metros en la dirección longitudinal por 17.4 metros en la dirección transversal. La altura de las plantas; tipo sótano, planta baja, planta tipo oficina, y planta de azotea, es de 2.8 metros, dando una altura total del edificio de 22.4 metros (ver Fig. 1). La configuración estructural original se modifica adicionando diferentes elementos estructurales como muros de concreto reforzado y contravientos concéntricos. El edificio está ubicado en el municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz. Municipio correspondiente a la zona sísmica C (CFE-DS, 2015) [4], tipo de suelo II con velocidad de propagación de ondas de corte de 700 m/s y con espesor del estrato de terreno equivalente de  $H_s > 5$  m.

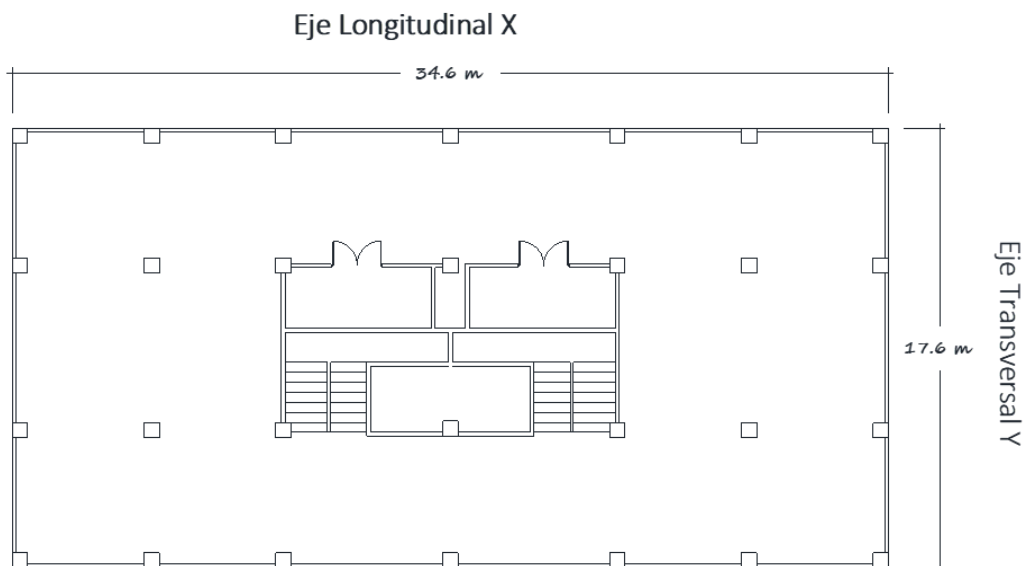


Figura 1. Vista de planta tipo [2].

### Estructuración del edificio

El edificio cuenta con seis diferentes configuraciones estructurales, en las cuales se analizan el comportamiento de los edificios a base de muros de concreto reforzado o contravientos de acero estructural (ver Fig. 2). En la Figura 2 se observan los 6 diferentes tipos de configuraciones, el primer modelo consta de marcos de concreto reforzado, el segundo se analiza mediante un núcleo central construido a base de muros de concreto reforzado con 20 cm de espesor, en el tercer modelo se agregan dos muros de concreto del mismo espesor en las crujías centrales en los lados laterales, en el modelo número cuatro se rigidizan las esquinas del edificio mediante muros, el modelo 5 y 6 se cambian los muros de concreto por contravientos de acero de perfiles HSS de 8"x8"x5/8".

### Método Modal Espectral

Este método considera las propiedades dinámicas de la estructura simulando la manera de vibrar y la contribución de cada modo de respuesta generando una interpretación más aproximada a la realidad del comportamiento estructural de la edificación. El primer paso es calcular las cargas para los diferentes sistemas de piso, resultando: 1) losa de azotea ( $880.6 \text{ kg/m}^2$ ), 2) entepiso oficinas ( $962.6 \text{ kg/m}^2$ ) y 3) losa para comercio ( $1138 \text{ kg/m}^2$ ) acorde con (NTC-DE, 2017) [11]. Posteriormente es necesario estimar el espectro de diseño mediante el software PRODISIS propuesto en (CFE-DS, 2015)[4] para un factor de comportamiento sísmico  $Q=2$ , sobre resistencia  $R=2$  y factor por redundancia  $\rho=1.25$  asumiendo un suelo tipo II el cual tendrá una velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) de 480 m/s y espesor del estrato de terreno equivalente ( $H_s$ ) igual a 5m. [10]. En la **Error! Reference source not found.3**, se muestra el espectro de diseño.

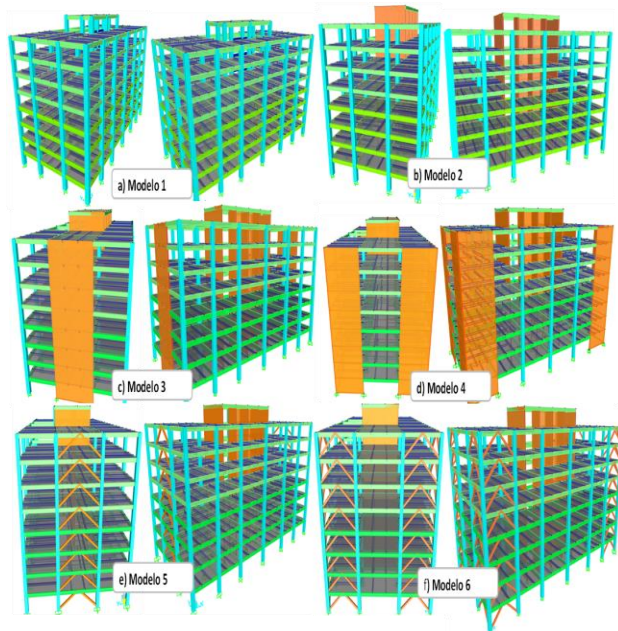


Figura 2. Configuraciones estructurales del edificio.

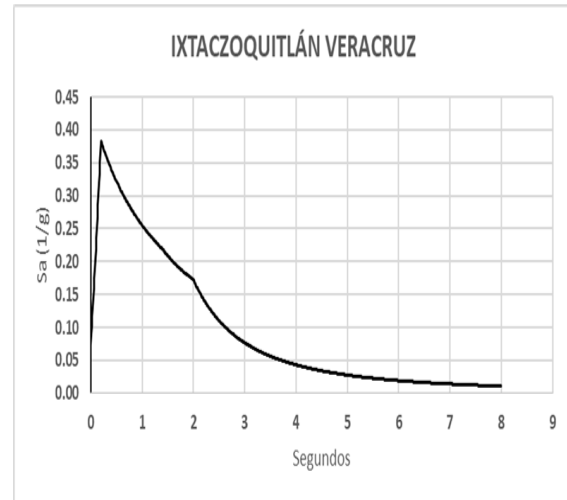


Figura 3. Espectro de diseño sísmico de Ixtaczoquitlán, Veracruz

### Resultados de los modelos

Como resultado del análisis comparativo de las exigencias ante las fuerzas gravitacionales y sísmicas que requieren secciones transversales diferentes en los elementos estructurales debido a la concentración de momentos en columnas, acentuando el efecto de las excentricidades, generando desplazamientos laterales de relevancia (ver Cuadro 1). Entre un modelo y otro, las exigencias en las dimensiones pueden ser radicalmente distintas considerando la variación del reforzamiento mediante muros de concreto o contravientos. En el Cuadro 2 se muestra una comparativa de las distorsiones máximas desarrolladas en cada modelo.

Las NTC-DS 2020 [6] establecen que para la revisión del estado límite de limitación de daños ante sismos frecuentes, no deberá ser mayor a 0.002. En el Cuadro 2, se observa que la respuesta sísmica de cada configuración analizada varía conforme a la estructuración dependiendo, como se esperaba, de su rigidez. Los elementos estructurales (columnas y trabes) del primer modelo son más robustos con el fin de contrarrestar los efectos sísmicos, en comparación a los modelos 4, 5 y 6, los cuales cuentan con muros de concretos y contravientos que rigidizan la estructura y limitan los desplazamiento y distorsiones, beneficiando a columnas y trabes, las cuales se ven menos esforzados.

Acorde con el Cuadro 2, los modelos 2, 3 y 5 están por alcanzar los límites permitidos por las normas para el estado límite de colapso, teniendo porcentajes (%) de participación de distorsión máxima respecto a la permisible por arriba del 95%, si se quisiera obtener un porcentaje menor se recomienda amplificar las secciones de columnas y trabes. Ningún modelo excede el 70% del porcentaje (%) de participación de la distorsión máxima respecto a la permisible cuando se analizan por el estado límite de limitación de daños ante sismos frecuentes [ELSF], dando la seguridad de que los elementos no estructurales tienen un margen de seguridad eficaz. De igual forma los modelos cumplen con los cortantes basales mínimos establecidos conforme a las (NTC-DS, 2020) [6] y satisfacen la exigencia del Manual (CFE-DS, 2015)[4] al tener arriba del 70% de participación del cortante basal del análisis estático en el análisis sísmico dinámico.

Las diferencias entre los periodos fundamentales de la estructura corresponden a la relación de masas y rigidez de cada modelo, sin embargo, en todos los modelos con excepción de la configuración estructural 2 y 5, muestran similitud entre el periodo teórico propuesto por Meli y Bazán (2002) [9],  $T = \alpha H^{3/4}$  ver Cuadro 2 sin embargo dicha correlación no siempre será exacta.

Modelo	1	2	3	4	5	6
Resistencia concreto (kg/cm <sup>2</sup> )	350	350	350	250	250	250
Columnas nivel 1-4 (cm)	70x70	65x65	55x55	50x50	50x50	50x50
Columnas nivel 4-8 (cm)	65x65	65x60	50x50	45x45	45x45	45x45
Viga primaria nivel 1-4 (cm)	70x30	65x25	60x25	50x25	50x25	50x25
Viga primaria nivel 4-8 (cm)	60x25	50x25	50x20	45x20	45x20	45x20
Viga secundaria nivel 1-4 (cm)	40x20	30x15	30x15	30x15	30x15	30x15
Viga secundaria nivel 4-8 (cm)	35x20	25x15	25x15	25x15	25x15	25x15
Muro de concreto	N/A	20	20	20	N/A	N/A
Contravientos	N/A	N/A	N/A	N/A	HSS 8"x8"x5/8"	HSS 8"x8"x5/8"

Cuadro 1. Configuración estructural establecida para los diferentes modelos analizados.

Modelo	1	2	3	4	5	6
Distorsión máxima presentada por la estructura (Estado Limite de Colapso - ELC)	0.0111	0.0097	0.0098	0.0059	0.0099	0.0057
Distorsión ( $\gamma_{max}$ ) permitida acorde con [6] (ELC) [6]	0.015	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
% de participación de la distorsión máxima respecto a la permisible (ELC)	74%	97%	98%	59%	99%	57%
Distorsión máxima presentada por la estructura (Estado Limite de limitación de daños ante sismos frecuentes - ELSF)	0.00116	0.00101	0.00103	0.00071	0.0013	0.00075
Distorsión ( $\gamma_{max}$ ) permitida acorde con [6] (ELSF)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
% de participación de la distorsión máxima respecto a la permisible (ELSF)	58%	50.5%	51.5%	35.5%	65%	37.5%
Periodo fundamental de vibración (s)	0.70	0.62	0.50	0.48	0.66	0.50
Periodo de vibración teórico $T=\alpha H^{3/4}$ (s)[9]*	0.71	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51

\* $\alpha$  = Coeficiente igual a 0.075 para edificios con marcos de concreto, H = Altura del edificio (m)

Cuadro 2. Resultados del comportamiento estructural de los diferentes modelos simulados

### Discusión

Este artículo, presenta un estudio comparativo de diferentes condiciones de estructuración implementadas a un edificio de concreto reforzado, acorde con las NTC-2017 trabajo extrapolado de Márquez et al (2021) [7] donde se estudia del Comportamiento Estructural de un Edificio de Acero con Diferentes Configuraciones Estructurales. Después de un análisis comparativo minucioso se determinó que las configuraciones 4 y 6 son las más seguras debido a que su estructuración limita los cocientes (%) de las máximas distorsiones actuantes entre las permisibles, implementar muros o contravientos en las esquinas del edificio disminuye considerablemente las distorsiones laterales. En las Figuras 4 a 9, se muestra el análisis del Estado Límite de Colapso bajo el efecto de las distorsiones más desfavorables de las distintas configuraciones estructurales.

Como se estableció en Márquez et al (2021) [7], la seguridad es fundamental para el diseño de un edificio, este criterio debe ser vital a la hora de proponer una configuración estructural con el objetivo de establecer un adecuado comportamiento ante el impacto de acciones sísmicas. El análisis comparativo de las diferentes configuraciones estructurales implementadas al edificio base, demostró que la configuración estructural impacta en el comportamiento y desempeño estructural optimizando el material de estructuración y su uso, destacando su remarcada influencia en los desplazamientos y distorsiones laterales. Además, el uso de elementos adecuados dentro de una configuración estructural considerando la ubicación, colocación, orientación y dimensiones geométricas de estos elementos conlleva a un impacto positivo en el desempeño y comportamiento de la misma estructura, de igual manera se pueden obtener beneficios económicos, pues se pueden concebir estructuras más ligeras ya que con una óptima configuración estructural se pueden proponer elementos más esbeltos o hacer uso de una menor cantidad de elementos estructurales dando como resultado procesos constructivos más simples y rápidos, menos material para la construcción del edificio y hasta reducir la cantidad de trabajadores en la construcción, todo esto sin poner en riesgo la integridad y estabilidad del edificio.

La configuración estructural del modelo 1 realizada a base de marcos de concreto, sus elementos estructurales (columnas y trabes) resultaron más robustas y con más requerimiento de acero que las de los otros modelos analizados, las configuraciones 2, 3 y 5 están por alcanzar los límites permitidos por las normas para el estado límite de colapso, teniendo porcentajes (%) de participación de distorsión máxima respecto a la permisible por arriba del 95%, si se quisiera obtener un porcentaje menor se recomienda amplificar las secciones de columnas y trabes, por tal razón es importante enfatizar el objetivo estructural desde la concepción del proyecto respetando distribución arquitectónica del edificio. En lo que refiere al sistema de contravientos y los muros de concreto en los modelos 3, 4, 5 y 6 se presenta un comportamiento similar variando entre el 1% y 2% si comparamos las configuraciones 3 y 4 (cuyo reforzamiento implica muros de concreto) con los modelos 5 y 6 con contravientos de acero estructural. Sin embargo, cabe recalcar la disminución significativa del peso entre un modelo y otro, los modelos con reforzamiento de acero disminuyen en 5% el peso total de la estructura.

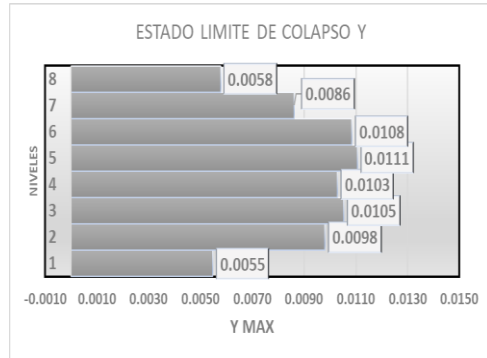


Fig.4. Distorsiones presentadas por el modelo 1 (Dirección Y) (ELC- 0.015)

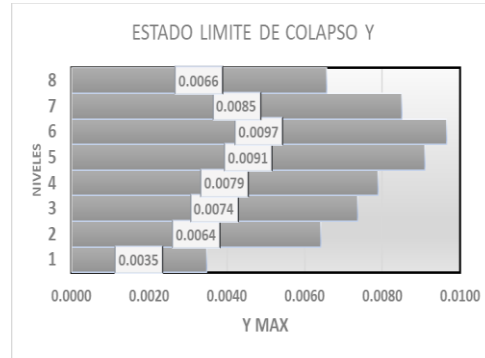


Fig.5. Distorsiones presentadas por el modelo 2 (Dirección Y) (ELC- 0.010)

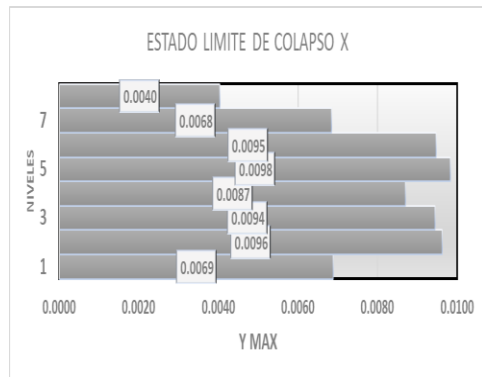


Fig.6. Distorsiones presentadas por el modelo 3 (Dirección X) (ELC- 0.010)

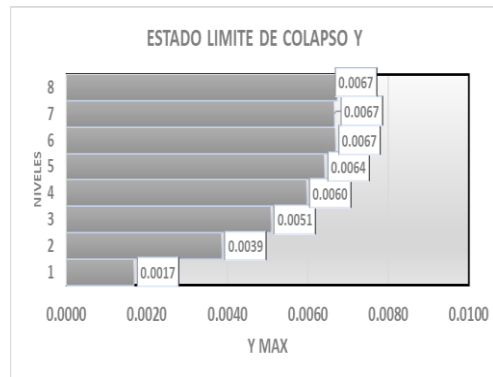


Fig.7. Distorsiones presentadas por el modelo 4 (Dirección Y) (ELC- 0.010)

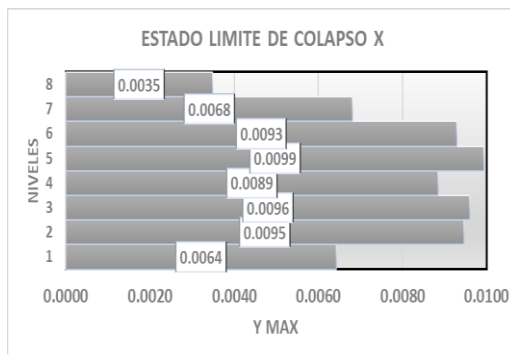


Fig.8. Distorsiones presentadas por el modelo 5 (Dirección X) (ELC- 0.010)

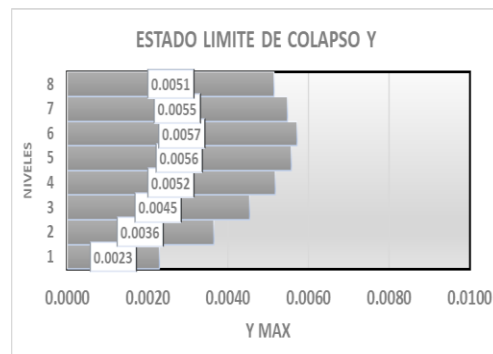


Fig.9. Distorsiones presentadas por el modelo 6 (Dirección Y) (ELC- 0.010)

## Conclusiones

En este artículo se desarrolló un análisis comparativo de comportamiento estructural de un edificio de concreto reforzado estructurado con diferentes soluciones estructurales establecidas en la Tabla 2. Donde, los modelos 4 y 6 presentan mayor margen de seguridad, ya que poseen una estructuración adecuada, sin embargo modifican la composición arquitectónica del edificio en la fachada, es interesante que sus modos de vibrar son distintos a pesar de tener un reforzamiento ante desplazamientos laterales similar, el modelo 4 (con muros de concreto) tiene una traslación en el eje Y en su primer modo de vibrar, en cambio el modelo 6 (con contravientos de acero) su traslación la ejerce en el eje X, a pesar de tener estructuraciones similares entre modelos no siempre se comportaran igual ante sollicitaciones sísmicas. El modelo 1 respeta la arquitectura, sin embargo, sus elementos estructurales (columnas y trabes) requieren secciones transversales más robustas, y al no tener un reforzamiento que limite las distorsiones laterales tendrá un periodo de vibrar mayor que los otros modelos. El modelo 3 y 5 tienen buen comportamiento, sin embargo, es recomendable ampliar las secciones transversales para generar un margen de seguridad más holgado respecto al estado límite de colapso, se recomienda ampliar de 5 a 10 cm dichas secciones, esto a su vez modificaría su peso y el periodo fundamental de vibración, pero brindaría un margen de seguridad más amplio.

El suelo influye considerablemente en la comparación del comportamiento estructural, al realizar el análisis con un suelo tipo II tenemos un margen mayor de participación de la estructura ante el evento sísmico, para mejorar el análisis de manera sustancial se recomienda implementar estudio de mecánica de suelos reales, que detallen las propiedades del suelo de manera más acertada y describiendo la estratigrafía del suelo del lugar donde se desplantara el edificio. El peso entre los modelos 5 y 3 se reducen en 180 toneladas, lo que reduce en 4.8% el peso total de la estructura, de igual forma el modelo 6 con respecto del modelo 4 se reduce en 175 toneladas, lo que representa una reducción del 4.6%. Si el objetivo es el reforzamiento de la estructura minorando el peso de esta, se optaría por reforzamiento estructural a base de acero estructural ya que se obtiene un comportamiento estructural similar al obtenido en los modelos con reforzamientos de concreto. Por lo tanto, la comparativa de diversos modelos estructurales de este estudio reflejó un comportamiento similar entre modelos estructurales de muros de concreto y contravientos de acero, sin embargo, la disminución del peso es una ventaja significativa que se debería considerar al elegir el tipo de estructuración. Se propone como trabajo futuro la calibración de umbrales de daño sísmico [8] e incluso realizar una comparativa de análisis y diseño estructural teniendo en cuenta la influencia del sistema estructural implementado [3].

Para una edificación construida a base acero estructural (Márquez et al 2021) [7], los marcos de acero estructural reforzados con muros de concreto en su núcleo, crujía central de lado corto con cinturón superior y muros en orillas sobre lado largo, presentó el mejor comportamiento de las diferentes configuraciones analizadas; con un porcentaje (%) de participación de la distorsión máxima con respecto al ELC de 56% y 37% del ELSF, además de ocupar menos acero en su estructura y con un rango de peso total de la estructura conservador.

Se propone como trabajo futuro un análisis costo-beneficio de las configuraciones estructurales para poder establecer la óptima correlación del sistema estructural implementando un análisis no lineal y confiabilidad estructural.

## Referencias

- [1] Arnal Simon , L., & Bentancourt Suárez , M. (2017). Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal . Mexico D.F.:Trillas .
- [2] Arq. Vicente , P. (2008). Diseño y Calculo de Estructuras de Concreto: para Edificios de Mediana y Gran Altura resistentes a temblor . México:Trillas.
- [3]Castro Soto, C. (2018). Slide Player-Sistemas Estructurales. Obtenido de Slide Player-Sistemas Estructurales: <https://slideplayer.es/slide/13935131/>
- [4] ELECTRICIDAD, C. F. (2015). MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES. Río Ródano núm. 14, Col. Cuauhtémoc, C. P. 06598, México, D. F.: Impreso en México, 2015 CFE.
- [5] Gobierno de la Ciudad de Mexico. (2017). NTC-DC "Normas Tecnicas Complementarias para el Diseño de Estructuras de Concreto". Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- [6] Gobierno de la Ciudad de Mexico. (2020). NTC-DS, "Normas Tecnicas Complementarias para el Diseño por Sismo con comentarios). Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- [7] Márquez Domínguez et al. (2021). Análisis del Comportamiento Estructural de un Edificio de Acero con Diferentes Configuraciones Estructurales, acorde con las NTC-2020. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2021. ISSN 1946-5351, Volumen 13, No. 9, 2021.
- [8] Marte Jiménez , C. J. (2014). Calibración de umbrales de daño sísmico para el análisis de fragilidad sísmica de estructuras de hormigón armado mediante análisis estático no lineal ("push-over". cataluña España : Universidad Politecnica de Cataluña.
- [9] Meli Piralla, R., & Bazán, E. (2002). Diseño Sísmico de Edificios. México : Limusa .
- [10] Mena Hernandez , Ulises ; Perez Rocha , Luis Eduardo ; et, Al. (2015). Capitulo C1.3 Manual de Diseño de Obras Civiles, Comisión Federal de Electricidad. . México : Instituto de Investigaciones Electricas CFE .
- [11] México, G. d. (2017). Normas Tecnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones. Gaceta Oficial de la Ciudad de México.

## Uso de Índices de Vegetación en Palma de Aceite con Cobertera Leguminosa en Huimanguillo, Tabasco

Dr. César Márquez-Quiroz<sup>1</sup>, Est. Wendy Cecilia Chablé-Montiel<sup>2</sup>,  
Dr. Efraín de la Cruz-Lázaro<sup>3</sup> y Dr. Rodolfo Osorio-Osorio<sup>4</sup>

**Resumen**—El estado de Tabasco es el tercer productor de palma de aceite a nivel nacional, para el año 2018 se reportó una producción de 244,091.36 t de racimos de fruta fresca. Esta actividad productiva se desarrolla en nueve municipios del estado, con una superficie sembrada de 26,718.7 hectáreas de las cuales están en producción 15,797.74 hectáreas. El municipio de Huimanguillo, Tabasco, México cuenta con una superficie sembrada de 3,504 hectáreas. El manejo inadecuado de la nutrición, variedades, el deficiente manejo fitosanitario y el requerimiento hídrico afecta el rendimiento del cultivo. Por consiguiente, llevando a cabo un análisis e interpretación de las propiedades ópticas de las hojas de palma de aceite se podría llevar un seguimiento de la evolución del desarrollo del cultivo, conocer su estado fitosanitario y fisiológico. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar los índices de vegetación en palma de aceite con cobertera leguminosa establecida en Huimanguillo, Tabasco, México.

**Palabras clave**—*Arachis pintoi*, *Elaeis guineensis*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata*.

### Introducción

El estado de Tabasco es el tercer productor de palma africana a nivel nacional, con una producción anual de 244,091.36 toneladas, aportando el 20.44 % de la producción del país. La superficie plantada es de 26,718.74 ha de las cuales 15,797.74 ha están en producción y 10,921 ha en desarrollo (SIAP, 2018). Actualmente la producción es desarrollada en los municipios de Balancán, Emiliano Zapata, Tenosique, Macuspana, Jalapa, Tacotalpa, Teapa, Centro y Huimanguillo (Hernández-Cruz, 2017). El manejo inadecuado de la nutrición del cultivo, el uso de variedades de baja producción, el deficiente manejo fitosanitario y el uso consuntivo de agua, son una parte esenciales del proceso de producción que, en combinación con otros factores, fomenta el decremento en rendimiento y la calidad de la cosecha (Grajales et al., 2014). Por otra parte, en años recientes el estudio de las características biológicas, químicas y físicas de hojas ha sido de gran relevancia para la toma de decisiones en el manejo del cultivo. En lo que respecta a la absorción y reflectancia de las hojas, se relacionan con la cantidad de agua, los pigmentos fotosintéticos, la composición de la cutícula, la estructura interna de la hoja, así como la extensión del daño causado a las plantas sometidas a estrés (Przybysz et al., 2014). Por consiguiente, llevando a cabo un análisis e interpretación de las propiedades ópticas de hojas de palma de aceite se podría llevar un seguimiento de la evolución en el desarrollo, y el estado fitosanitario y fisiológico del cultivo. Un índice de vegetación es un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es sensible a la cubierta vegetal (Muñoz-Aguayo, 2013). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar los índices de vegetación en palma de aceite con cobertera leguminosa para conocer el vigor vegetal.

### Materiales y Métodos

La presente investigación parte de un objetivo específico del proyecto de investigación “Diagnóstico de la producción de palma de aceite en Tabasco: Estrategia de innovación para mejorar la calidad nutricional del cultivo a través de un sistema de cobertera”. El experimento se realizó de diciembre de 2020 a octubre de 2021 en el predio seleccionado de la plantación comercial de palma de aceite “El tintal” ubicada en la R/A José María Pino Suárez 1ra sección (17° 44’ 25.1” LN, 93° 39’ 15.2” LO), Huimanguillo, Tabasco, México. El suelo del predio se clasificó como Acrisol, con pH de 5.0, 8.01 % de materia orgánica, 0.24 % de N, 3.8 mg kg<sup>-1</sup> de P (Olsen), 1.24, 0.12 y 0.13 cmol<sup>+</sup> kg<sup>-1</sup> de Ca, Mg y K respectivamente, y textura arcillosa (arcilla, 85 %; limo, 15 %; arena, 0 %). Se sembraron las leguminosas *Canavalia ensiformis*, *Arachis pintoi* y *Vigna unguiculata* como cultivo de cobertera del suelo en la plantación de palma de aceite de cuatro de establecidas en campo. Se realizaron seis muestreos foliares (hoja número

<sup>1</sup> El Dr. César Márquez-Quiroz es Profesor de Agronomía en la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [cesar\\_quiroz23@hotmail.com](mailto:cesar_quiroz23@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La C. Wendy Cecilia Chablé-Montiel es Estudiante de Ingeniería en Agronomía, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México [wendy\\_chable@hotmail.com](mailto:wendy_chable@hotmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Efraín de la Cruz-Lázaro es Profesor de Agronomía en la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [eclazaro@hotmail.com](mailto:eclazaro@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. Rodolfo Osorio-Osorio es Profesor de Agronomía en la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [rodolfo.osorio@gmail.com](mailto:rodolfo.osorio@gmail.com)

9) no destructivos en nueve palmas de aceite con coberteras leguminosas. Se realizó la toma de cuatro índices de vegetación con el espectrómetro de hojas miniatura CI-710 de CID Bio-Science, el tiempo de integración fue de 850 ms, con un Boxcar con dos puntos, el análisis de los datos de reflectancia de las hojas se realizó con el software SpectraSnap! Versión 1.1.3.150 de CID Bio-Science. Al respecto, el software permite analizar picos discretos múltiples en un espectro de 400-950 nm y estima rápidamente las propiedades de la vegetación con índices fisiológicos (Tabla 1).

**Tabla 1 .** Lista de índices vegetativos utilizados en este estudio.

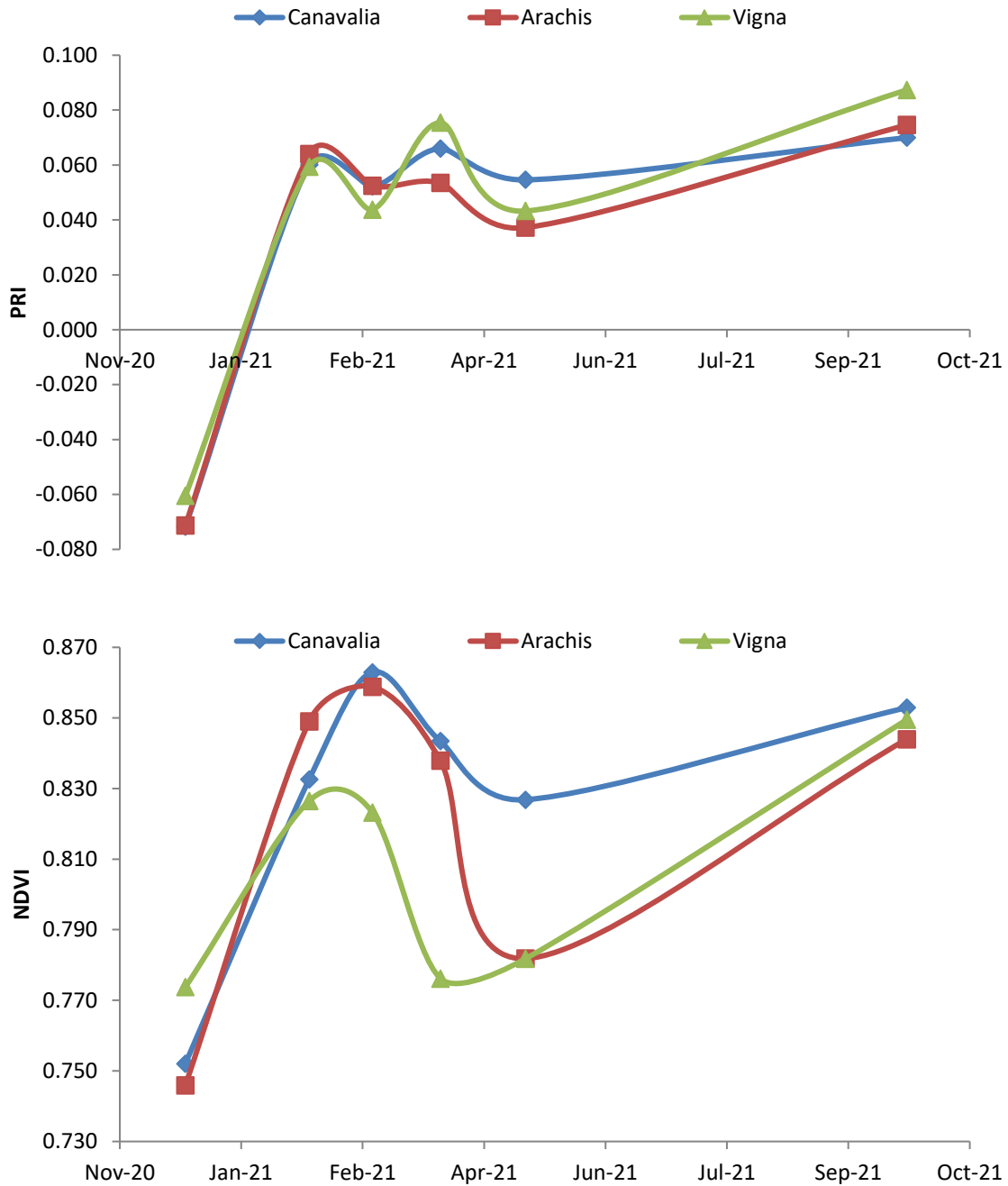
Índice vegetativo	Abreviación	Fórmula (longitud de onda en nm)	Referencia	Valor de referencia
<b>Índices de contenido de carotenos en hojas</b>				
Índice de reflectancia fotoquímico	PRI	$(W531 - W570) / (W531 + W570)$	Gamon y Surfus (1999)	-0.02 a 0.2
<b>Índices de contenido de clorofila en hojas</b>				
Índice normalizado del pigmento clorofílico	NPCI	$(W680 - W430) / (W680 + W430)$	Peñuelas <i>et al.</i> (1994)	-
Índice de vegetación de diferencia normalizada	NDVI	$(W800 - W680) / (W800 + W680)$	Yoder y Waring (1994) y Peñuelas <i>et al.</i> (1995)	0.2 a 0.8
<b>Índice de contenido de agua</b>				
Índice de la banda de agua	WBI	$(W900 / W970)$	Peñuelas <i>et al.</i> (1993)	0.8 a 1.2

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con nueve repeticiones. La unidad experimental fue una palma de aceite. Los tratamientos fueron *C. ensiformis*, *A. Pintoi* y *V. unguiculata*. Los datos obtenidos se procesaron y graficaron en Microsoft Excel.

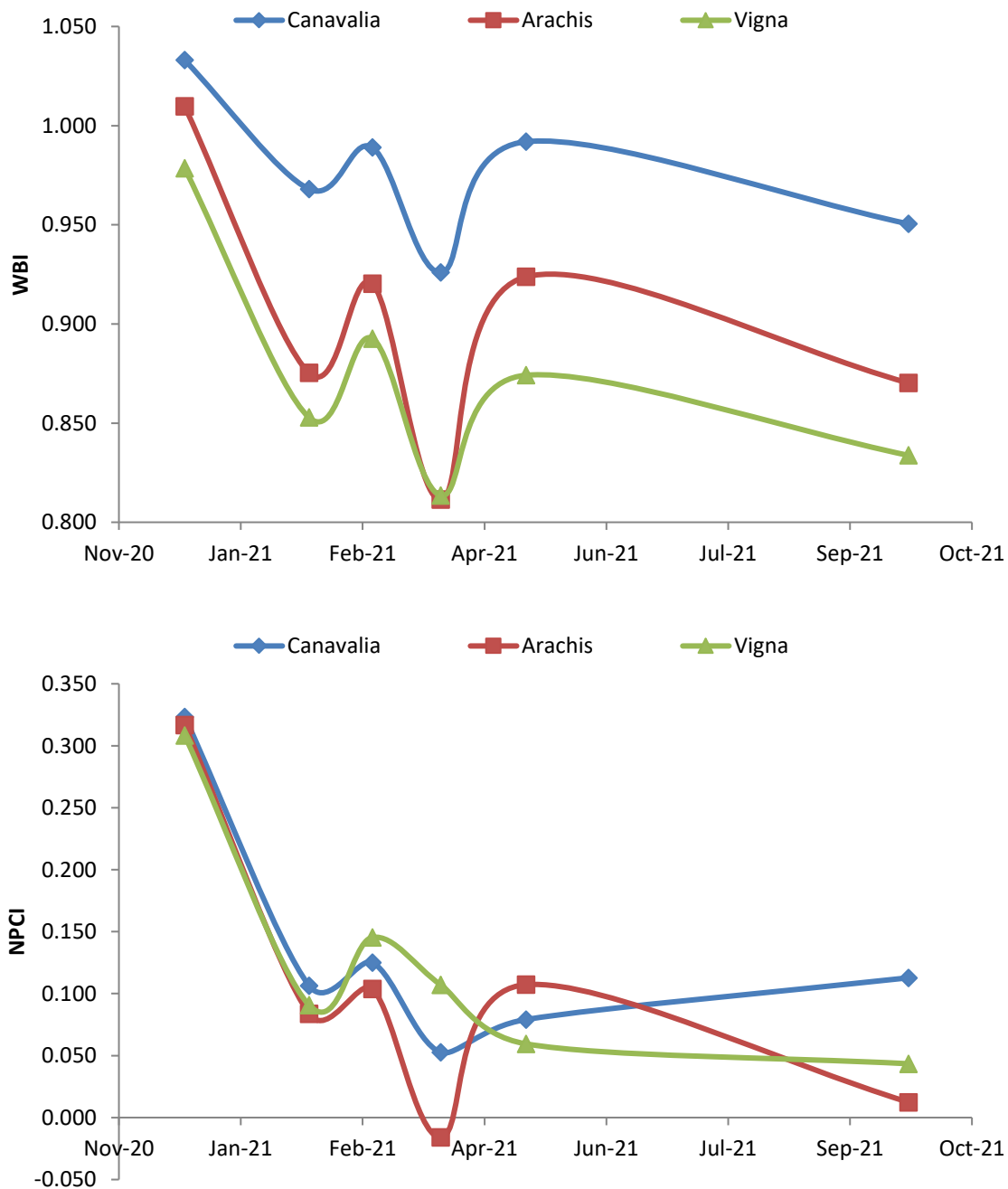
### Resultados y Discusión

El uso de leguminosas como cultivo de cobertera es una alternativa sustentable para incrementar la fertilidad y almacenamiento de humedad del suelo, reduce la competencia con arvenses, rompe con los ciclos de plagas y enfermedades, y disminuye el empleo de fertilizantes nitrogenados (Villarreal-Romero et al., 2006). Los índices de vegetación son una herramienta útil para monitorear el impacto de la estacionalidad, el estrés ambiental, estado fitosanitario o el efecto fitotóxico de productos químicos en los cultivos agrícolas. En este sentido, el índice de reflectancia fotoquímica (PRI) (Figura 1) se relaciona con la proporción carotenoide/clorofila y por lo tanto, con la eficiencia del proceso fotosintético y la remoción del exceso de energía radiante en forma de calor (Peña et al., 2019). En nuestro experimento, el decremento de los valores de PRI corresponde a la disipación de exceso de la radiación por las plantas en forma de calor, que se considera como un mecanismo de protección contra la fotodegradación, de igual manera los valores se reducen en hojas con estrés hídrico, en tanto que un incremento se debería a las hojas con menor eficiencia en asimilación del nitrógeno (Demmig-Adams & Adams Iii, 2006; Peñuelas et al., 1994). Por otra parte, el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) se usa para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la biomasa fotosintéticamente activa de las plantas (vigor de la planta), al respecto, valores entre 0.2 y 0.4 corresponden a cultivos con vegetación escasa; la vegetación moderada tiende a variar entre 0.4 y 0.6, en tanto que valores por encima de 0.6 indican mayor densidad de hojas verdes (Peñuelas *et al.*, 1993). El índice de banda de agua (WBI) (Figura 2) se modifica por el contenido de agua en la hoja y por déficit de agua (Figura 2), al respecto en nuestros resultados, el valor se incrementó en plantas que presentaban estrés hídrico indicando un bajo contenido de agua en la hoja (Peñuelas et al., 1994). En tanto que el índice normalizado del pigmento clorofílico se incrementa cuando la senescencia de las hojas está por llegar o carecen de suficiente contenido de nitrógeno o inversamente correlacionada con el contenido de clorofila (Peñuelas et al., 1994).





**Figura 1.** Índice de reflectancia fotoquímico (PRI) e índice de vegetación diferenciada normalizada (NDVI) en palmas de aceite con cobertera leguminosa.



**Figura 2.** Índice de la banda de agua (WBI) e índice de clorofila normalizado (NPCI) en palmas de aceite con coberteras leguminosas.

### Conclusión

El uso de los índices de vegetación permitió documentar el estado vigoroso de las palmas de aceite asociadas con coberteras leguminosas.

### Agradecimientos

Al Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Tabasco – FEMEXPALMA proyecto Centro de Investigación e Innovación para la Sustentabilidad de la Palma de Aceite (CIISPALMA) clave TAB-2017-01-01-6124 por el financiamiento otorgado en la realización del subproyecto “Diagnóstico de la producción de palma de

aceite en Tabasco: Estrategia de innovación para mejorar la calidad nutricional del cultivo a través de un sistema de cobertera”.

### Referencias Bibliográficas

- Demmig-Adams, B., y Adams Iii, W. W. 2006. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. *New Phytologist*, 172(1), 11-21. doi: [10.1111/j.1469-8137.2006.01835.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01835.x)
- Grajales, S. M., Olivera, D. I. S. A., y Ortíz, C. S. 2014. *Guía técnica para producir palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.) en Chiapas. INIFAP. Folleto técnico No. 32. Tuxtla Chico, Chiapas. México 56 p.*
- Hernández-Cruz, J. M. 2017. Palma de aceite. Agenda técnica agrícola. Tabasco. p 66-71. En: Flores-Lui, L. F. (Ed.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Progreso No. 5. Disponible en: [http://www.inifap.gob.mx/Documents/inicio/Agendas\\_Tec/2017/Agenda%20T%C3%A9cnica%20Tabasco%20OK.pdf](http://www.inifap.gob.mx/Documents/inicio/Agendas_Tec/2017/Agenda%20T%C3%A9cnica%20Tabasco%20OK.pdf).
- Muñoz-Aguayo, P. 2013. *Apuntes de teledetección: Índices de vegetación. Centro de información de Recursos Naturales. 15 p.*
- Peñuelas, J., Gamon, J. A., Griffin, K. L., & Field, C. B. 1993. Assessing community type, plant biomass, pigment composition, and photosynthetic efficiency of aquatic vegetation from spectral reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 46(2), 110-118. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(93\)90088-F](https://doi.org/10.1016/0034-4257(93)90088-F)
- Peñuelas, J., Baret, F., & Fillella, I. (1995). Semi-empirical indices to assess carotenoids/chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica*, 31(2), 221-230.
- Peñuelas, J., Gamon, J. A., Fredeen, A. L., Merino, J., y Field, C. B. 1994. Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen- and water-limited sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment*, 48(2), 135-146. doi: [10.1016/0034-4257\(94\)90136-8](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)90136-8)
- Przybylski, A., Sæbø, A., Hanslin, H. M., y Gawroński, S. W. 2014. Accumulation of particulate matter and trace elements on vegetation as affected by pollution level, rainfall and the passage of time. *Science of the Total Environment*, 481, 360-369. doi: [10.1016/j.scitotenv.2014.02.072](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.072)
- SIAP. 2018. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Cierre de la producción agrícola por estado de palma africana o de aceite. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2018] Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/.*
- Villarreal-Romero, M., Hernández-Verdugo, S., Sánchez-Peña, P., García-Estrada, R. S., Osuna-Encino, T., Parra-Terrazas, S., y Armenta-Bojorquez, A. D. 2006. Efecto de cobertura del suelo con leguminosas en rendimiento y calidad de tomate. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 549-556.
- Yoder, B.L.; y Waring, R.H. 1994. The normalized difference vegetation index of small Douglas-fir canopies with varying chlorophyll concentrations. *Semote Sens. Environ.* 49, 81-91

### Notas Biográficas

El **Dr. César Márquez-Quiroz** es profesor investigador de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Terminó sus estudios de postgrado en ciencias agrarias en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL, Torreón, Coahuila, México. Ha publicado artículos en las revistas *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, *Información Técnica Económica Agraria*, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *Agrociencia*, *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, y *Revista Chapingo Serie Horticultura*. Su artículo “Biofortification of cowpea beans with iron: iron’s influence on mineral content and yield” cuenta con más de 50 citas.

La **C. Wendy Cecilia Chablé-Montiel** es estudiante de ingeniería en agronomía de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

El **Dr. Efraín de la Cruz-Lázaro** es editor en jefe de la revista *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, es profesor investigador de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Terminó sus estudios de postgrado en ciencias en fitomejoramiento en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Ha publicado artículos en las revistas *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *Agronomy*, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *Acta Universitaria*, *Revista Fitotecnia Mexicana*, *Phyton*, *Revista Internacional de Botánica Experimental*, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *Interciencia*, *The Philippine Agricultural Scientist*, *Legume Research*, *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, y *Chilean Journal of Agricultural and Animal Science*. Su artículo “Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato” cuenta con más de 88 citas.

El **Dr. Rodolfo Osorio-Osorio** es profesor investigador de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Terminó sus estudios de postgrado en ciencias en entomología y acarología en el Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México. Ha publicado artículos en las revistas *Southwestern Entomologist*, *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, *Journal of Entomological Science*, *Agroproductividad y Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. Su artículo “Morphology and distribution of the sense organs on the antennae of *Copitarisia consueta* (Lepidoptera: Noctuidae)” cuenta con más de 40 citas.

# Comparativo de las Clases en Línea y las Clases Presenciales desde la Percepción del Estudiante Universitario

MA María Angélica Martínez Arizpe<sup>1</sup>, MA María Alejandra Carretero Larrea<sup>2</sup>,  
MA Juan Pablo Torres Valdespino<sup>3</sup>, MIA Alma Martínez Hernández<sup>4</sup> y MA Miguel Ángel Viramontes Romero<sup>5</sup>

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una Investigación realizada durante el último semestre de 2021 a un grupo de 500 estudiantes, de último año, de nivel universitario, en algunas Universidades Públicas y Privadas en el Estado de Querétaro y que tuvo como objetivo conocer y comparar la percepción que tuvieron de la actividad docente durante el periodo de clases en línea y presencial. Se indagaron aspectos de la actividad docente como el manejo de las herramientas tecnológicas, el grado de dificultad de tareas y de trabajos, la participación en clase y el aprovechamiento académico. Los resultados muestran que existe una diferencia significativa en la percepción que tienen los alumnos del trabajo docente en forma presencial y en línea.

**Palabras clave**—Clases en Línea, Clases Presenciales, Aprovechamiento, Labor Docente.

## Introducción

La actual pandemia ha venido a modificar una parte importante de la dinámica social. La crisis del COVID-19 incrementó el ritmo del cambio que se había venido gestando en las últimas décadas. Las cuarentenas forzadas aumentaron la virtualización de las relaciones económicas y sociales; el teletrabajo se esparció en cada vez más industrias y regiones y la digitalización avanzó aún más rápido. Las economías se cerraron y paralizaron, las sociedades entraron y salieron de nuevos brotes pandémicos y se tuvieron que aplicar medidas solo comparables a las de situaciones de guerra (CEPAL,2020). Los efectos económicos han sido de pronóstico reservado. La COVID-19 causó una crisis mundial sin precedentes, una crisis que, además de generar un enorme costo humano, derivó en la recesión mundial más profunda desde la Segunda Guerra Mundial. Los ingresos per cápita se contrajeron y empujaron a millones de personas a la pobreza extrema (FMI, 2020). Aunque para 2021 la economía comenzó con un lento proceso de recuperación, aún no se han logrado los niveles de crecimiento que se alcanzaron en 2019.

Los efectos de esta pandemia han sido particularmente negativos en el ámbito educativo. En el punto más álgido del confinamiento debido a la COVID-19, más de 160 países habían ordenado distintas formas de cierre de escuelas que afectaban a por lo menos 1500 millones de niños y jóvenes. Para marzo de 2021, solamente 26 países a nivel mundial tenían abiertas las escuelas al 100%, 73 países completamente cerradas y el resto abiertas con restricciones (ibid). El mismo estudio muestra que en 2020 más de 37 millones de estudiantes en México se quedaron sin clase. Por otra parte, la pandemia, provocó que 2.83 millones de jóvenes en México abandonaran sus estudios entre abril y agosto de 2020 (Statista, 2022); más de la mitad (58.9%) que son alrededor de 435 mil estudiantes no concluyeron el ciclo educativo por un motivo relacionado a la COVID-19. Las principales razones aludidas fueron la pérdida de contacto con maestros, reducción de ingresos en la vivienda o que la escuela cerró definitivamente (INEGI,2021). El abandono por cuestiones de ingreso fue particularmente grave debido a que 3.6 millones de alumnos no se inscribieron al siguiente ciclo escolar porque tenían que trabajar (Pérez, 2021). Al daño económico, debemos sumar el impacto psicológico del aislamiento en los estudiantes. Un estudio aplicado a cerca de 50 mil estudiantes de nuevo ingreso universitario, desde mayo hasta septiembre de 2021, mostró que más del 50 % de los encuestados contestó que se sienten mental y físicamente exhaustos, un 30 % sufre de depresión, el 27 % se siente más solos, otro 27 % siente incapacidad para concentrarse, y un 20 % se siente desesperado (Delgado,2021). En general, ningún país estaba preparado para responder adecuada e íntegramente a un fenómeno relativamente nuevo e impredecible. La necesidad imperiosa de cerrar masivamente planteles escolares y de transitar a diversas modalidades de educación a distancia a fin de contener la propagación del virus, tomó a todos por sorpresa. La crisis sanitaria global está desnudando nuestras fragilidades y nuestras profundas desigualdades (Heredia, 2020)

<sup>1</sup> MA María Angélica Martínez Arizpe es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Querétaro. [angelica.martinez@upq.mx](mailto:angelica.martinez@upq.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. María Alejandra Carretero Larrea es Profesora Investigadora de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Querétaro. [alejandra.carretero@upq.mx](mailto:alejandra.carretero@upq.mx)

<sup>3</sup> El Mtro. Juan Pablo Torres Valdespino es Director del Área Económico – Administrativa en el Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro. [jtv.queretaro@tecnm.mx](mailto:jtv.queretaro@tecnm.mx)

<sup>4</sup> La Mtra. Alma Martínez Hernández es Profesora de Asignatura en la Universidad Politécnica de Querétaro. [Alma.martinez@upq.edu.mx](mailto:Alma.martinez@upq.edu.mx)

<sup>5</sup> El Mtro. Miguel Ángel Viramontes Romero es Profesor Investigador de Tiempo Completo en la Universidad Politécnica de Querétaro. [miguel.viramontes@upq.edu.mx](mailto:miguel.viramontes@upq.edu.mx)

Una alternativa para paliar los graves efectos de la pandemia sobre la educación era, sin lugar a dudas, la educación a distancia ya que no constituía algo nuevo. Tanto en Europa Occidental como en América del Norte, la educación a distancia apareció y se desarrolló en las urbes industriales del siglo XIX, su propósito era brindar una oportunidad educativa a las minorías laborales que debido a diferentes causas se vieron imposibilitadas de asistir a las escuelas ordinarias. No obstante, la primera acción formal para impulsar la educación a distancia como modalidad educativa, se produjo en 1938 en la ciudad canadiense de Victoria donde tuvo lugar la "Primera Conferencia Internacional sobre la Educación por Correspondencia". Asimismo, en 1939 se fundó el Centro Nacional de Enseñanza a Distancia en Francia, que en un principio atendió por correspondencia a los niños que habían podido escapar de la guerra y huir hacia otros países. Crichlow M.

Para términos del presente estudio, las clases en línea se definen como “aquella en donde los docentes y estudiantes participan e interactúan en un entorno digital, a través de recursos tecnológicos haciendo uso de las facilidades que proporciona el internet y las redes de computadoras de manera sincrónica, es decir, que estos deben de coincidir con sus horarios para la sesión” (Ibañez,2020). En cambio, las clases presenciales consisten en que el alumno tome apuntes y lea un texto, como parte preparatoria a una evaluación de conocimientos; el libro y los apuntes proporcionados por el maestro son los conocimientos que el estudiante adquiere (Araiza, 2005).

En México, la educación a distancia inició por la necesidad de alfabetizar a las poblaciones rurales. En 1941, se creó la Escuela de Radio de Difusión Primaria para Adultos; de igual forma se ofrecían los denominados “cursos por correspondencia” a los alumnos que vivían en lugares muy apartados que no podían asistir a la escuela y que por su difícil acceso tampoco era posible su construcción. Por otro lado, en 1972, la Universidad Nacional Autónoma de México —UNAM— creó el “Sistema de Universidad Abierta de la Universidad Nacional Autónoma de México”. Este coincidió con el surgimiento de los sistemas abiertos en México, en los años setenta, y tuvo lugar en un momento histórico donde la política educativa se caracterizaba por favorecer la expansión del sistema educativo; principalmente, para atender los problemas derivados del rezago educativo y la creciente demanda de servicios en este ramo. (Navarrete-Cazales,2017) Por tanto, la educación a distancia, utilizando diversas tecnologías, no resultaba algo nuevo, no obstante, la dificultad estriba en que ahora se debía utilizar de forma masiva y no todas las instituciones contaban con los medios adecuados para hacer frente a la impartición de clase a distancia en línea.

Dentro de la enseñanza por ambos métodos, la función del profesor es trascendente pero las dificultades que ha mostrado en las clases en línea han sido mayores. Estudios de organismos internacionales indican que los profesores representan el impacto más directo en el aprendizaje de los estudiantes, incluso más que la estructura del establecimiento, gobernanza o sistema de rendición de cuenta (BID, 2017). Por tanto, el rol de los docentes es clave sobre todo en momentos de emergencia como el que estamos viviendo. Sin embargo, los resultados de la encuesta TALIS 2018 (OCDE, 2019) muestran que el desarrollo de habilidades avanzadas en el manejo de las TIC es un área en el que los docentes dicen no sentirse preparados para enseñar, además de requerir un mayor nivel de capacitación. En otro estudio realizado por (Martínez-Garcés, 2020) se concluye que pocos docentes alcanzan un nivel innovador de competencias. Se deben implementar estrategias de fortalecimiento previendo la extensión del aislamiento preventivo obligatorio producto de la pandemia generada por la COVID-19 y la necesidad de garantizar la calidad del servicio educativo que se presta en la institución. De acuerdo Ryan (citado en Martínez, 2014), el rol central del docente es el de actuar como mediador o intermediario entre los contenidos y la actividad constructivista que despliegan los alumnos para asimilarlos. Los roles y responsabilidades del docente en línea se pueden agrupar en cuatro categorías: pedagógica, social, administrativa y técnica.

El objetivo de la presente investigación es mostrar la percepción que tienen los alumnos sobre la labor docente, comparando las clases presenciales y las clases en línea y analizar si hay alguna diferencia significativa entre ambas.

### **Descripción del Método**

Para la presente investigación se utiliza el método descriptivo y para obtener resultados se aplicó una encuesta que tuvo como objetivo conocer la Percepción que tienen los alumnos universitarios sobre la labor docente, durante las clases en línea y las clases presenciales, de tal forma que se pueda conocer si existe diferencia entre ambas. Para obtener las reacciones, actitudes y comportamientos de los dueños de los negocios encuestados, se aplicó un cuestionario de 14 reactivos utilizando la escala Likert. Dicha escala asume que la fuerza e intensidad de la experiencia es lineal, por lo tanto, va desde un totalmente de acuerdo a un totalmente desacuerdo, asumiendo que las actitudes pueden ser medidas.

Las encuestas fueron totalmente anónimas y los resultados obtenidos se graficaron para poder interpretar los mismos. Las preguntas aplicadas se muestran en el Cuadro 1.

NÚMERO	PREGUNTA
1	Cuando comenzaron las clases en línea, mis PROFESORES contaban con los CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS necesarios para impartir clase en línea
2	Cuando comenzaron las clases en línea, mi UNIVERSIDAD contaba con los elementos tecnológicos necesarios para impartir clase en línea:
3	Mis Maestros son más exigentes con la ASISTENCIA en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
4	Mis Maestros dejan una cantidad mayor de TAREAS en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
5	Mis Maestros son más exigentes con las TAREAS en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
6	Mis Maestros son más estrictos con la PARTICIPACIÓN EN CLASE, en clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
7	Mis Maestros hacen EXÁMENES MÁS DIFÍCILES durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
8	Mis Maestros son MÁS PUNTUALES COMENZANDO durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
9	Siento que mis Maestros PREPARAN SUS CLASES MEJOR durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.
10	A comparación de las clases presenciales, las sesiones en línea me provocan MAYOR INTERÉS por asistir.
11	A comparación de las clases presenciales, las sesiones en línea me han dejado MAYOR CONOCIMIENTO.
12	Siento que la mejora en mis CALIFICACIONES en las clases en línea se debe a que estudio más y no a las facilidades de hacer exámenes en línea.
13	Siento que con las clases en línea, estaré "MEJOR PREPARADO" para enfrentarme al mercado laboral que con las clases presenciales:
14	He mejorado mi PROMEDIO de calificaciones, durante las clases en línea, porque REALMENTE estudio más.
15	He MEJORADO mi promedio de calificaciones, durante las clases en línea, porque es más FÁCIL obtenerlas.
16	Muy frecuentemente no atiendo a la clase porque sé que puedo ver posteriormente el VÍDEO de la misma

Cuadro 1. Preguntas realizadas en el Cuestionario aplicado

Las respuestas posibles en la encuesta fueron las siguientes: 5 Totalmente de Acuerdo, 4 Parcialmente de Acuerdo, 3 Parcialmente en Desacuerdo, 2 Totalmente en Desacuerdo y 1 No hay diferencia. Para validar el instrumento se utilizó el índice Cronbach que es un índice usado para medir la confiabilidad del tipo consistencia interna de una escala, es decir, para evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento están correlacionados. En este caso, el índice tuvo un valor de 0.862 por lo que muestra consistencia entre los ítems.

Se aplicaron 570 encuestas a alumnos universitarios que cursaron tanto clases en forma presencial como en línea durante el periodo de 2020 - 2021. El 54.6% fueron hombres y 45.6% mujeres; la proporción de alumnos pertenecientes a universidades públicas fue de 62.3% y 37.7% privadas. Las áreas a que pertenecen los alumnos encuestados fueron: 32.6% del área de Ingeniería, 41.2% del área Económico Administrativa, 9.3% Medicina, Química y Biología, 6.2% Artes y Cultura y el resto de otras disciplinas.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Los resultados de cada pregunta obtenida se resumen en el Cuadro 2:

PREGUNTA	RESPUESTA Y PORCENTAJE				
	5	4	3	2	1
Cuando comenzaron las clases en línea, mis PROFESORES contaban con los CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS necesarios para impartir clase en línea	18.70%	31.30%	36.10%	10.70%	3.80%
Cuando comenzaron las clases en línea, mi UNIVERSIDAD contaba con los elementos tecnológicos necesarios para impartir clase en línea:	24%	35%	27%	10.30%	3.70%
Mis Maestros son más exigentes con la ASISTENCIA en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	22%	25.40%	29.80%	12.30%	10.30%
Mis Maestros dejan una cantidad mayor de TAREAS en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	34%	26.40%	24.30%	9.50%	6.00%
Mis Maestros son más exigentes con las TAREAS en las clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	27%	27.50%	30.30%	8.60%	6.70%
Mis Maestros son más estrictos con la PARTICIPACIÓN EN CLASE, en clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	31.30%	28.20%	27%	7.70%	5.80%
Mis Maestros hacen EXÁMENES MÁS DIFÍCILES durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	14.90%	25.90%	34.90%	14.70%	9.60%
Mis Maestros son MÁS PUNTUALES COMENZANDO durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	18.90%	28%	32.20%	10.70%	10.20%
Siento que mis Maestros PREPARAN SUS CLASES MEJOR durante clases en línea que cuando las clases eran presenciales.	14.50%	26.60%	34.90%	13.10%	10.90%
A comparación de las clases presenciales, las sesiones en línea me provocan MAYOR INTERÉS por asistir.	12.80%	18.40%	29.80%	21.20%	17.90%
A comparación de las clases presenciales, las sesiones en línea me han dejado MAYOR CONOCIMIENTO.	7.20%	16.80%	33.30%	21%	21.70%
Siento que la mejora en mis CALIFICACIONES en las clases en línea se debe a que estudio más y no a las facilidades de hacer exámenes en línea.	16.10%	29.10%	32%	12.30%	10.50%
Siento que con las clases en línea, estaré "MEJOR PREPARADO" para enfrentarme al mercado laboral que con las clases presenciales:	6%	13.30%	25.20%	27.80%	27.70%
He mejorado mi PROMEDIO de calificaciones, durante las clases en línea, porque REALMENTE estudio más.	16.10%	29.10%	32%	12.30%	10.50%
He MEJORADO mi promedio de calificaciones, durante las clases en línea, porque es más FÁCIL obtenerlas.	14.90%	25%	32.40%	18%	9.60%
Muy frecuentemente no atiendo a la clase porque sé que puedo ver posteriormente el VÍDEO de la misma	11%	15.10%	25%	24.70%	24.20%
<b>PROMEDIO DE LAS RESPUESTAS</b>	18.09%	25.07%	30.39%	14.68%	11.82%

Cuadro 2. Porcentaje obtenido en cada una de las preguntas

Podemos notar que los resultados muestran que existe una diferencia significativa entre la labor docente de las clases en línea y en forma presencial por parte de los alumnos, ya que sólo un 11.82% del promedio de las respuestas muestra que no hay diferencia entre ambos formatos. Algunos resultados sobresalientes son que casi el 50% de los alumnos piensa que los Maestros no contaban con los conocimientos tecnológicos para impartir las clases. Un 60% está Total o parcialmente de acuerdo en que los Maestros dejan una mayor cantidad de tareas en el formato en línea y solamente un 6% responden que dejan el mismo número de tareas. El 48% de los alumnos está Parcial o Totalmente en Desacuerdo en que los Maestros preparan mejor sus clases en formato en línea.

Solamente el 30% de los encuestados están de acuerdo en que las clases en línea provocan mayor interés que las clases presenciales. El 52% respondió que está parcial o totalmente en desacuerdo en que las clases en línea le

provocan mayor interés. Un 40% está de acuerdo en que ha mejorado sus calificaciones porque realmente estudia más, un 50% está en desacuerdo y el resto percibe que no hay cambio alguno. El 41% respondió está de acuerdo en que ha mejorado sus calificaciones porque es más fácil obtenerlas en el formato en línea.

Un 24% percibe que las clases en línea le ha dejado mayores conocimientos en línea y un 21.7% piensa que el conocimiento adquirido en línea y presencial no ha cambiado. El 60% respondió que está de acuerdo en que los Maestros son más estrictos con la participación en clase en el formato en línea que en forma presencial, mientras que sólo el 6% menciona que no hay ninguna diferencia entre ambos. El 26% está de acuerdo en que prefería observar los videos de clase que atender en tiempo real a la misma. El 45% está de acuerdo en que los exámenes en línea son más difíciles en línea que en forma presencial, casi el mismo que en desacuerdo y solamente un 9% mencionó que no hay diferencia en la dificultad entre los formatos impartidos.

### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que existe una diferencia entre la Percepción de los alumnos de la labor docente en el formato en línea y en forma presencial lo que se muestra por el bajo porcentaje que obtuvo la respuesta donde no hay diferencia en ambos formatos. Las respuestas muestran que la mayoría de los Maestros no estaban preparados para impartir las clases en línea debido a la falta de conocimientos tecnológicos, también perciben que existe una mayor facilidad de obtener calificaciones más altas en el formato en línea y que, además, existe mayor holgura por parte de los Maestros en actividades como las tareas y los exámenes. Es importante resaltar que se percibe que las clases en línea no les proporciona los mismos conocimientos que las clases presenciales y que el interés por asistir a las clases en línea es menor.

Hay una diferencia significativa en las políticas y comportamiento de los Maestros en ambos formatos, lo que puede ser explicado porque resulta algo a lo que la mayoría de los docentes y también por los cambios que pudieron haber experimentado las políticas de cada universidad en ambos formatos. Fue algo común que las universidades modificaran las políticas de clase, asistencia, aplicación de exámenes, etc, y que variaran de acuerdo a cada una de ellas.

No obstante, es necesario mencionar que algunas de las respuestas en donde parece que los resultados se deben al comportamiento del Maestro, en realidad están relacionados al accionar de los alumnos. En el caso particular de ellos, también hubo cambios en su comportamiento debido al cambio en el formato en línea. Lo anterior a que las clases en línea suponen mayor flexibilidad ya que se adapta a los tiempos personales del estudiantado ya que ellos mismos gestionan su tiempo y organización escolar y personal y además muestra mayor accesibilidad, debido a que los programas educativos a distancia tienen más alcance y llegan a personas de todos los niveles socioeconómicos gracias a la sencillez de los recursos tecnológicos que se requieren para las clases (Ibáñez, *ibid*).

Por tanto “Se requieren competencias docentes adicionales al trabajo en aula y específicas para el trabajo en línea: no sólo el dominio de los recursos tecnológicos, sino también el trabajo a distancia, tanto síncrono como asíncrono, requieren de los docentes competencias pedagógicas, de liderazgo y socioemocionales para satisfacer las expectativas de los estudiantes en línea” (Fernandez, 2020) Además, el autor menciona que es necesario preparar a los estudiantes que no están familiarizados con el uso de la tecnología con fines educativos, por lo que los maestros pueden en algunos casos, dedicar más tiempo ofreciendo capacitación tecnológica a sus alumnos que enfocándose en los contenidos para el aprendizaje de las materias que deben brindarles. Por tanto, estamos hablando que los resultados obtenidos deben explicarse por el comportamiento de ambos.

### *Recomendaciones*

Sería recomendable realizar un análisis comparativo entre la percepción de acuerdo al género, las carreras cursadas y si se trata de una Universidad Pública o Privada, para saber si realmente existe una diferencia estadísticamente significativa entre todas las anteriores categorías. Un factor que sería también recomendable sería conocer los promedios de calificaciones obtenidos en cada ciclo escolar presencial y en línea, considerando los factores anteriormente mencionados. Un análisis más profundo, pudiera considerar los elementos propios de los Maestros, como elementos tecnológicos con que se contaba, capacitación recibida por la institución, edad, género, nivel educativo y otros elementos que pudieran explicar las causas de los resultados aquí descritos.

Considerar ahora la Percepción que tienen los Maestros del trabajo en línea, sería indispensable para entender en forma íntegra la problemática que supone el cambio durante casi dos años del formato en línea al formato presencial. Lo anterior se hace aún más importante si consideramos que implica que para algunos alumnos, dependiendo el sistema que cursan, puede implicar la mitad o más del tiempo que representan sus estudios universitarios.



## Referencias

- Araíza Guerra, J. (2005). El uso de internet como herramienta en las clases presenciales (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Banco Interamericano del Desarrollo (2017). Profesión: profesor en América Latina. ¿por qué se perdió el prestigio docente y como recuperarlo?
- CEPAL,2020 CEPAL [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45337/S2000264\\_es.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45337/S2000264_es.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- CETYS TREND <https://www.cetys.mx/trends/educacion/los-retos-de-la-educacion-en-mexico-ante-una-pandemia/>
- Crichlow M, Sánchez D. Educación a Distancia. Universidad Tecnológica de Panamá. [sitio en internet]. Disponible en: [http://www.utp.ac.pa/seccion/educacion\\_a\\_distancia/index.html](http://www.utp.ac.pa/seccion/educacion_a_distancia/index.html). [Acceso: 13 de agosto de 1999.]
- Delgado 2021 <https://observatorio.tec.mx/edu-news/estudiantes-universitarios-salud-mental-encuesta>
- FMI,2020 <https://blogs.worldbank.org/es/voices/resumen-anual-2020-el-impacto-de-la-covid-19-coronavirus-en-12-graficos>
- Fernández, M., Herrera, L., Hernández, D., Nolasco, R., & De la Rosa, R. (2020). Lecciones del COVID-19 para el sistema educativo mexicano. Nexos. Distancia por tiempos. Blog de educación.
- Heredia 2020 <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/blanca-heredia/el-sistema-educativo-mexicano-frente-a-la-crisis-del-covid-19/>
- Ibañez, F. (2020) Métodos educativos, métodos de aprendizaje, enseñanza, coronavirus, COVID-19, enseñanza online, educación en línea, educación virtual, educación a distancia, educación remota de emergencia.
- Martínez, L., & Ávila, Y. (2014). Papel del docente en los entornos virtuales de aprendizaje. Órbita Pedagógica, 2(2 (2016)), 50-52. Obtenido de <https://refcale.uleam.edu.ec/index.php/enrevista/index>
- Martínez-Garcés, J., & Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. Educación y humanismo, 22(39), 1-16.
- OCDE (2019). Resultados TALIS 2018.
- Pérez 2021 <http://ciencia.unam.mx/leer/1120/aumento-de-abandono-escolar-y-trabajo-infantil-consecuencia-del-coronavirus>
- Statista 2022 <https://es.statista.com/estadisticas/1196796/desercion-escolar-nivel-educativo-covid-mexico/>

## Process Automation and its Impact on Oil Service Subcontractors

Ing. Luis Javier Martínez León<sup>1</sup>, Dra. Teresa de Jesús Javier Baeza<sup>2</sup>,  
Dra. María de la Luz Valdez Ramos<sup>3</sup>, M.C. Diana del Carmen Carrillo Reyes<sup>4</sup>  
y M.S.C. Sergio Diaz Contreras<sup>5</sup>

**Abstract**— Automation for the control of processes integrated into a company, today is essential to improve the response times in the services they offer. The advance of technology has contributed to companies achieving competitive advantages such as the implementation of a web system, which contributes and solves errors in information processes. Due to the above, this article aims to analyze the impact of a web system focusing on the automation of activities in a company serving the oil industry.

**Keywords** — Web system, Progress Bars, Curdate.

### Introduction

Nowadays we live in a world where the use of a web system has taken importance for the control and management of administrative activities within the company, changing dramatically the way of carrying out a workday in the office, that is, it is now very common to find platforms of each company, which works according to its activities. Due to the fact that now large companies already require subcontractors to make use of technological means in order to comply in time and form the contracted service.

It should be made clear that, previously when a company carried out a process of bidding for subcontracting (OUTSOURCING) companies, the technological means didn't have enough impact to add up points in favor, since they were satisfied with the fulfillment of the required service; But nowadays it is totally different for a company that has its own web system and is capable of having control in administrative activities, in addition to being in an acceptable level where it creates trust and security to the client to choose it as your service provider (Martínez León et al., n.d.).

### Web System and Company

In the beginning the first programming language for the development of web applications is the "Perl". Its inventor Larry Wall in 1987 before the internet became available to the open public. The PHP language was made available in 1995 by the programmer Rasmus Lerdorf with which all web application development really took off (R. M. Barzanallana).

Talking about web systems in companies, only the most powerful had the opportunity to implement them, in light of the jumping to digital was an enormous step and expensive, because of this there were important questions about the impact that this type of technology could have and what it would be its impact within the company. Regarding this, it's important to mention that the organizations need to assign support to the production process, which must be characterized by repeating specific tasks. It means, with a very precise definition of the methodology to follow to achieve the objective.

All of this seems to confirm that big industries consider the inclusion of innovative systems, to take control of tasks highly repetitive and minimal level of "intellect" use.

Web systems are a major technological advance that has proven to be an element that helps the human being to carry out activities that involve a greater effort, reduce time as much as possible and automate processes today highly repetitive it is of very high importance for the fulfillment of the objectives. Outsourcing is a business process by which a company transfers responsibility for its tasks to another firm specialized in that exercise. The outsourced company, called a subcontractor or supplier, is one that develops certain tasks for another firm (contractor or customer). This commercial relationship is usually defined in a contract (J. Galan, "scribbr").

<sup>1</sup> Ing. Luis Javier Martínez León es estudiante de la Maestría en Tecnologías de la Información en el Instituto Tecnológico de Villahermosa.

<sup>2</sup> La Dra. Teresa de Jesús Javier Baeza es maestro en el Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>3</sup> La Dra. María de la Luz Valdez Ramos es maestra en el Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>4</sup> La M.C. Diana del Carmen Carrillo Reyes es maestra en el Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>5</sup> El M.S.C. Sergio Diaz Contreras es maestro en el Instituto Tecnológico de Villahermosa

### Automated Company

The next point deals with the service that subcontractors offer to your clients in the oil industry. Here are some activities:

- Ordering and cleaning
- Reception and delivery of chemical products
- Assembly and disassembly of parts
- Manual loading and unloading
- General packing
- Sandblasting and scratching

On the other hand, so that they comply with customer service, companies have with the appropriate processes and established in the ISO 9001 System regulations of Quality Management, taking into account that customer satisfaction plays a very important role to preserve the commercial relationship (Figure 1).

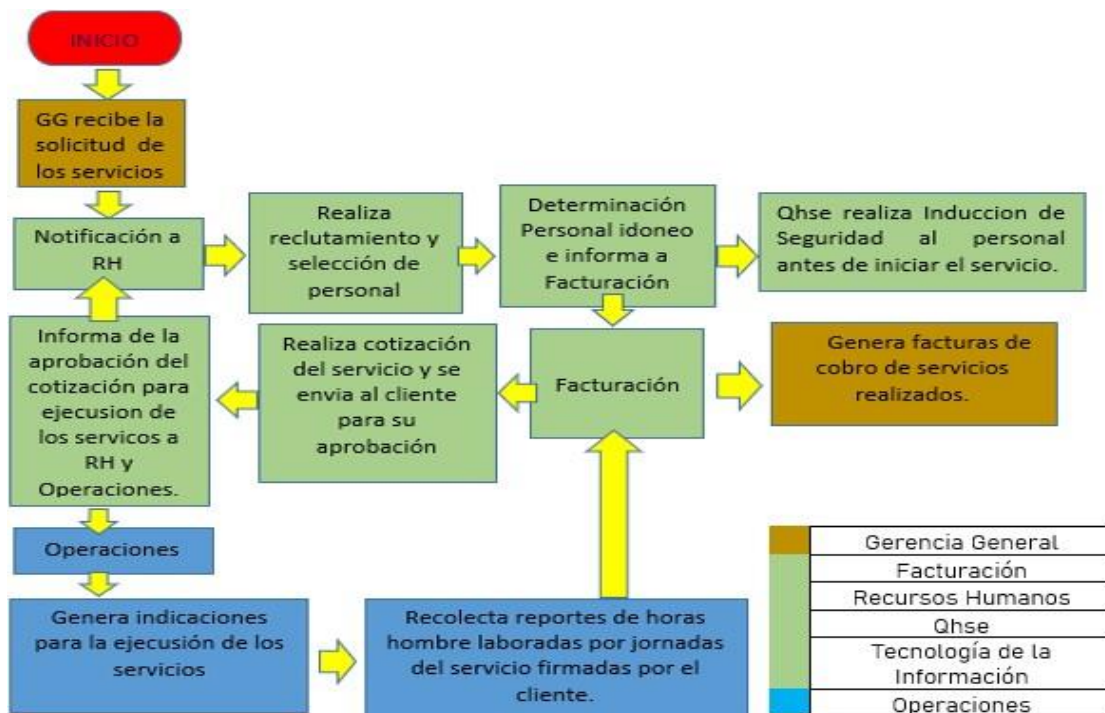


Figure 1. Process flow diagram for customer service fulfillment.

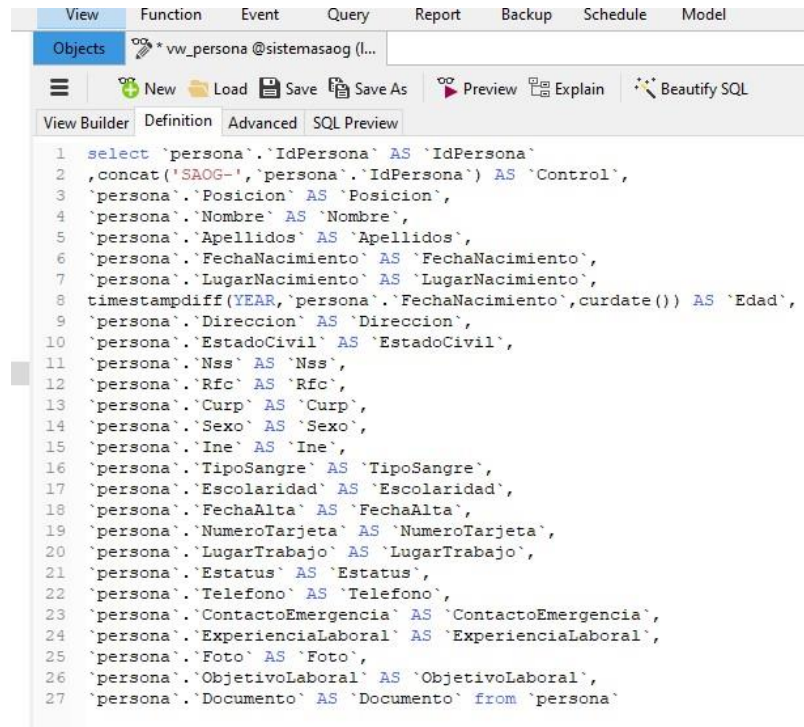
In this sense, through the Tecnológico Nacional of Mexico that enables teachers to carry out scientific and technological innovation projects where apply different types of technologies which make a contribution to the public sector or private. In my case I have been working on a project called " web system of inventory and control of administrative processes for the company SAOG". In the end, the project consists of a system that will allow users to manage some of the company's own processes in an automated way. This project will benefit the SAOG company, as they will be able to save a lot of time to fulfill the activities. It will also optimize the security of the employee information.

#### HR Automation

As has been said about automate the human resources process, it is a tool that helps manage and track employees and collaborators, in addition of having a complete management of profiles and skills, as well as centralized benefits administration.

As regards, an outsource company where the client performs requests at any time, having an Rh system allows the person in charge of the area comply in time and form to provide personnel that complies with the specified requirements.

Moreover, my project in this module specifies the information that is required by SAOG which generates the profiles of the staff with their information and the different reports for the customer service delivery processes (Figure 2).



The screenshot shows the Navicat interface with a SQL query editor. The query is as follows:

```
1 select `persona`.`IdPersona` AS `IdPersona`
2 ,concat('SAOG-',`persona`.`IdPersona`) AS `Control`,
3 `persona`.`Posicion` AS `Posicion`,
4 `persona`.`Nombre` AS `Nombre`,
5 `persona`.`Apellidos` AS `Apellidos`,
6 `persona`.`FechaNacimiento` AS `FechaNacimiento`,
7 `persona`.`LugarNacimiento` AS `LugarNacimiento`,
8 timestampdiff(YEAR,`persona`.`FechaNacimiento`,curdate()) AS `Edad`,
9 `persona`.`Direccion` AS `Direccion`,
10 `persona`.`EstadoCivil` AS `EstadoCivil`,
11 `persona`.`Nss` AS `Nss`,
12 `persona`.`Rfc` AS `Rfc`,
13 `persona`.`Carp` AS `Carp`,
14 `persona`.`Sexo` AS `Sexo`,
15 `persona`.`Ine` AS `Ine`,
16 `persona`.`TipoSangre` AS `TipoSangre`,
17 `persona`.`Escolaridad` AS `Escolaridad`,
18 `persona`.`FechaAlta` AS `FechaAlta`,
19 `persona`.`NumeroTarjeta` AS `NumeroTarjeta`,
20 `persona`.`LugarTrabajo` AS `LugarTrabajo`,
21 `persona`.`Estatus` AS `Estatus`,
22 `persona`.`Telefono` AS `Telefono`,
23 `persona`.`ContactoEmergencia` AS `ContactoEmergencia`,
24 `persona`.`ExperienciaLaboral` AS `ExperienciaLaboral`,
25 `persona`.`Foto` AS `Foto`,
26 `persona`.`ObjetivoLaboral` AS `ObjetivoLaboral`,
27 `persona`.`Documento` AS `Documento` from `persona`
```

Figure 2. Viewing Personnel Information in Navicat

### Automation of training

All companies must develop and maintain plans and programs of training, operational training and productivity according to what is indicated in the Articles 153-F Bis, 153-H, 153-B second paragraph and 153-S of the Federal Law on Job (S. d. T. y. P. Social, "STPS").

It is to be clarified that most subcontractors have a business relationship with an external training provider which is in charge of training the personnel in security matters to give follow-up to the service order.

Taking care of the administration of training and course requirements is a great work for the administrative staff, making the system to control these activities provides assurance of keeping updated the training and the personnel for the moment it is required.

It is true that automating the planning and maintaining control over training is a valuable tool for companies that want to improve their internal procedures. At the same time, my project includes a module where the staff's courses are integrated with the date they were taught and their period of validity, as well as the state in which it is. (E.G., in figure 3). As a result, before a course ends its period of validity, the staff will be trained on time.

REGRESAR
ASIGNAR CURSO

### CURSOS ASIGNADOS LUIS JAVIER MARTINEZ LEON

CURSO	F. DE INICIO	F. DE VENCIMIENTO	DIAS RESTANTES	PROGRESO	ESTADO	ACCIONES
TRABAJOS EN ALTURA.	2016-02-02	2018-02-01	-1331	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VENCIDO	
AUTORIDAD PARA DETENER EL TRABAJO.	2020-05-05	2022-05-05	223	<div style="width: 20%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VIGENTE	
BASICO DE PRIMEROS AUXILIOS.	2020-05-05	2022-05-05	223	<div style="width: 20%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VIGENTE	
COMBATE CONTRA INCENDIOS.	2021-04-07	2023-04-07	560	<div style="width: 10%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VIGENTE	
TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS.	2021-01-07	2023-01-07	470	<div style="width: 15%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VIGENTE	
SEGURIDAD CON LA ESPALDA.	2020-01-07	2021-12-31	98	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #007bff;"></div>	VIGENTE	

Figure 3. Control of validity of staff courses

*Automation of personal protective equipment*

Establishing the minimum requirements for the employer to select, acquire and provide your workers with personal protective equipment corresponding to protect them from the agents of the work environment that may damage their physical integrity and health (E. d. p. p.-S. u. y. m. e. l. c. d. t. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, "SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL,").

As previously stated, the subcontractor's client establishes in the contract that employees must wear appropriate personal protective equipment within of the facilities and that the specific Epp requirements will be based on the type of work or activity to be performed.

Having said that, my project has a specialized module for handling inventory and control in the delivery of equipment to personnel where its effectiveness is reflected in keeping the entire staff protected with equipment in good condition (Figure 4).

```

1 select `personaEpp`.`IdPersonaEpp` AS `IdPersonaEpp`,
2 `personaEpp`.`IdPersona` AS `IdPersona`,
3 `personaEpp`.`IdEpp` AS `IdEpp`,
4 (`personaEpp`.`Fecha` + interval `Epp`.`Duracion` day) AS `FechaVencimiento`,
5 (to_days(curdate()) - to_days(`personaEpp`.`Fecha`)) AS `Dias`,
6 (`Epp`.`Duracion` - (to_days(curdate()) - to_days(`personaEpp`.`Fecha`))) AS `DiasRestantes`,
7 if(((`Epp`.`Duracion` - (to_days(curdate()) - to_days(`personaEpp`.`Fecha`))) <= 0), 'VENCIDO', 'VI
8 `personaEpp`.`Fecha` AS `Fecha`,
9 `persona`.`Nombre` AS `Nombre`,
10 `persona`.`Apellidos` AS `Apellidos`,
11 `persona`.`Posicion` AS `Posicion`,
12 `Epp`.`NombreEpp` AS `NombreEpp`,
13 `Epp`.`Duracion` AS `Duracion`
14 from ((`personaEpp` left join `persona` on((`personaEpp`.`IdPersona` = `persona`.`IdPersona`)))
    
```

Figure 4. Control of validity and delivery of personal protective equipment.

*Service request automation*

Taking into account that the client requires personnel to carry out activities in different oil wells and areas, you need to make a request for service to the subcontractor, who in turn selects the available personnel (Trained,

complete personal protective equipment, suitable medical certificate and documentation required by the client) to send it on the date and area correspondent.

On the other hand, due to the extensive staff and multiple areas of work, internal processes must be effective to have control of the employees in terms of their activities, likewise time in the delivery of service to avoid any discrepancy or dispute for a timely compliance.

Because of keeping this process up to the required levels, my project has a service request module according to the necessary requirements to make the request for personnel so that everything related is known in this procedure (figure 5).

```
}  
else {  
    $solicitud->getAll();  
}  
  
while ($row = $solicitud->next()) {  
    echo "<tr>";  
    echo "<td>$row->Folio</td>";  
    echo "<td>$row->FechaInicio</td>";  
    echo "<td>$row->FechaFinal</td>";  
    echo "<td>$row->DiaServicio</td>";  
    echo "<td>$row->Jornada</td>";  
    echo "<td>$row->TotalDias</td>";  
    echo "<td>$row->Psl</td>";  
    echo "<td>$row->Area</td>";  
    echo "<td>";
```

Figure 5. Requirements code for application process

### Final comments

#### Conclusions

In the end, this type of project shows that more and more companies are dependent on systems to control activities. The current use of web systems in companies have made changes in the service compliance of many ways. It has served to improve recruitment and hiring of personnel, as well as the monitoring data that is created automatically, saves time obtaining information, and even to monitor in real time each of the requirements met by a worker, say protective equipment personnel, medical analysis, training and service areas.

In relation to this project and the implementation in the SAOG company, in the future it can be made known in companies that are in the business of oil and this is a spearhead to motivate more companies' subcontractors to invest in technology, improve processes that in some way impact in economic terms on the hiring of new services or contracts with large companies.

### References

- R. M. Barzanallana, "https://www.um.es/," [Online]. Available: <https://www.um.es/docencia/barzana/DIVULGACION/INFORMATICA/Historia-desarrollo-aplicaciones-web.html>.
- J. Galan, "scribbr," [Online]. Available: <https://www.scribbr.es/detector-de-plagio/generador-apa/new/webpage>.
- S. d. T. y. P. Social, "STPS," [Online]. Available: <http://www.stps.gob.mx/gobmx/masinfo/capacitacion.html>. [Accessed 2021 09 24].
- E. d. p. -S. u. y. m. e. l. c. d. t. NORMA Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, "SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL," [Online]. Available: <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-017.pdf>.
- Martínez León, L. J., Javier Baeza, T. J., Valdez Ramos, M. L., Carrillo Reyes, D. C., & Diaz Contreras, S. (n.d.). *Volumen 14 -Número 1 Enero - Marzo 2021 INNOVACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO REVISTA DIGITAL* [https://iydt.files.wordpress.com/2021/12/1-11\\_impact-of-process-automation-in-companies-subcontractors-to-the-oil-service.pdf](https://iydt.files.wordpress.com/2021/12/1-11_impact-of-process-automation-in-companies-subcontractors-to-the-oil-service.pdf).

# Quantification of Sensorimotor Skills and Psychophysiological Activation in Deaf Subjects Using Musical Stimuli

Miguel Alberto Martínez-Luna<sup>1#</sup>, Fernando Uristy Osornio García<sup>1#</sup>,  
Dra. Coral Itálú Guerrero-Arenas<sup>1</sup> Dr. Guillermo Hernández-Santana<sup>2</sup> Dr. Leonardo Borne<sup>3</sup> Dr. Luis Jiménez-  
Angeles<sup>1</sup>

**Abstract**—Musical activities have been shown to be effective tools for the acquisition of sensorimotor (SMS) and cognitive skills, especially in deaf subjects. The aim of this research was to compare the SMS and psychophysiological state of 11 Deaf adult volunteers (27±9.3 years old) with respect to a group of 18 hearing (30.18±10.22 years old). SMS was explored using a mobile application that plays a specific rhythm while the subject identifies its respective pattern. The psychophysiological state (PsyS) was assessed by quantifying changes in indices derived from the processing of heart rate variability (HRV) and electrodermal activity (EDA) signals. SMS was explored using a mobile application that plays a specific rhythm while the subject identifies its respective pattern. At the same time, we quantify changes in PsyS. We identified that changes in the PsyS are most sensitively detected by indices derived from EDA signal analysis.

**Key Words**—Sensorimotor skills; Deaf people; Musical tasks; Biosignals

## Introduction

Sensorimotor skills (SMS) are sequences of movements that develop from temporal anticipations by coordinating the motor and auditory systems (Patel & Iversen 2014; Van Der Steen & Keller, 2013). In addition, this type of audiovisual stimulation can elicit responses sensitive to changes in the acoustic parameters of the music (Chuen, 2016, Sokhadze, 2007). These responses can be quantifiable by physiological measurements. We show the analysis of SMS and the psychophysiological states (PsyS) determined by indices computed from heart rate variability (HRV) and electrodermal activity (EDA) signals, in a set of Deaf people (DP) compared to a control group of hearing people (HP) while executed musical-based tasks. Based on previous studies that have explored the SMS, HRV, and EDA in hearing people, we addressed the research with the following questions: (1) Are the SMS in deaf different from the hearing people? (2) Are there differences between Deaf and hearing individuals in their PsyS to performing musical tasks?

## Method Description

### A) Design

A pilot and exploratory study is presented in which 11 DP (7 women and 4 men; mean age=30.18±10.23 years old) and 18 HP (9 men and 9 women mean age=27.87±9.30 years old) volunteers agree to participate. The etiology of hearing loss was not collected. All Deaf participants reported knowledge of Mexican Sign Language. None of the participants were using any hearing aid or cochlear implant at the time of the study. Participation in the study was voluntary and there were no incentives to participate. All participants signed a written consent form.

### B) Stimuli presentation

We design an auditory paradigm composed of three musical stimuli (T1 of 24 seconds, T2 of 21 seconds, and T3 of 31 seconds) selected from a set of popular musical songs ranging from lower to higher rhythmic and speed (tempo) complexity. All tasks had a recovery time of 59 seconds after each and a baseline period of 165 seconds when non-activities were executed by subjects preceding the stimuli presentation.

A specific digital mobile app (*RhynGo App*) was designed to consecutively present the paradigm using an Android smartphone. In the app, all subjects must identify audio and visual patterns of the musical notes and press a digital

<sup>1</sup> Miguel Alberto Martínez Luna, Fernando Uristy Osornio García, Dra. Coral Itálú Guerrero-Arenas and Dr. Luis Jiménez-Angeles are from the Department of Biomedical Systems, Engineering Faculty, UNAM, Mexico City. [miguem.luna31@gmail.com](mailto:miguem.luna31@gmail.com), [fernandofuog@gmail.com](mailto:fernandofuog@gmail.com), [coral.guerrero@ingenieria.unam.edu](mailto:coral.guerrero@ingenieria.unam.edu), [luis.jimenez@comunidad.unam.mx](mailto:luis.jimenez@comunidad.unam.mx) (corresponding author)

<sup>2</sup> Dr. Guillermo Hernández-Santana is a Professor of Linguistics at the National School of Anthropology and History (ENAH-INAH), and a member of the Academy of Mexican Sign Language, Mexico City. [guillermo\\_hernandez@inah.gob.mx](mailto:guillermo_hernandez@inah.gob.mx)

<sup>3</sup> Dr. Leonardo Borne is a Full-time Professor at the Department of Arts - Universidade Federal de Mato Grosso, Brazil. [leo@ufmt.br](mailto:leo@ufmt.br)

# These authors contributed equally.

button on the screen following the rhythm of the task. In this way, the note is destroyed and scored to record a score per task, as shown in Figure 1. The criteria of design were that a better score would be a better SMS of the subject. Also, the app had a timeout with loading screens and animations, with the aim of returning participants to their baseline physiological recording. The time of use of the application was 5 minutes. The *RhynGo App* was developed in the C# programming language and integrated into the Unity development platform for ease of use and subsequently exported to run on any Android device as a normal application.

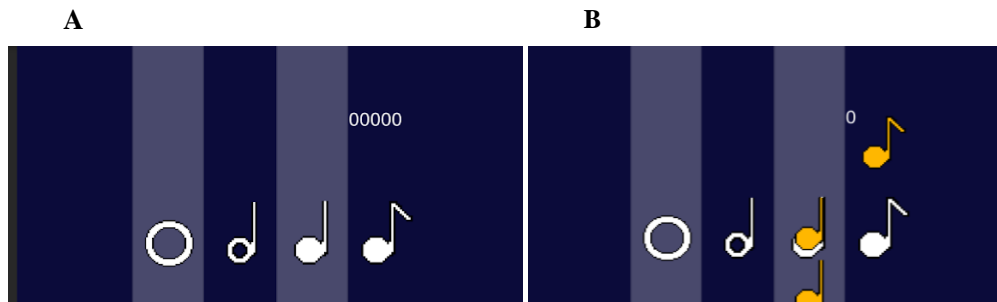


Figure 1. A) *RhynGo App* display and digital buttons, B) During the execution of a musical task and the recording of notes by means of a digital button.

### C) Biosignals acquisition and processing

While subjects were stimulated by the paradigm described above, they used the *RhynGo App*, and simultaneously electrocardiogram (ECG) and electrodermal activity (EDA) signals were acquired using the physiological computing platform BITalino (r)evolution<sup>®</sup> with a sampling rate of 1000 Hz. Changes in the indices computed from ECG and EDA signals were considered as biomarkers of the PsyS. Mean heart rate (MHR), the standard deviation of HR, and indices of heart rate variability (HRV) were computed from the ECG signals (mean of NN intervals, MeanNN; the standard deviation of NN intervals, SDNN; root mean square of successive RR interval differences, RMSSD; the standard deviation of the successive difference between NN intervals, SDDSD; the proportion of successive NN intervals that are larger than 50 ms, pNN50; and the ratio of normalized low frequency to high-frequency power spectrum (LFHF<sub>n</sub>). Indices from EDA signal processing like skin conductance response (SCR), non-specific skin conductance response (NS\_SCR), skin conductance level (SCL), time-invariant spectral power analysis (EDA\_Symp), and normalized power of the 0.045 to 0.25 Hz range (EDA\_SympN) were computed.

### Summary of Results

To make an exploration of the SMS, the score of each of the tasks in the paradigm was extracted. An Anderson-Darling normality test of the scores was performed to validate the statistical method of analysis. This test showed that none of the score datasets obtained for any of the levels complied with a normal distribution. Therefore, nonparametric Mann-Whitney's tests were conducted with a confidence level of 95% to compare the median scores between groups. As for the score, at T1 non-significant differences were found between DP and HP (median = 415 and IQR = 30 vs median = 420 and IQR = 6.5; respectively). Regarding T2 also non-significant differences were found between the DP and HP (median = 580 and IQR = 60 vs median=600 and IQR=40; respectively). With respect to T3, non-significant difference was found in the scores between DP and HP (median = 360; IQR = 130 vs median= 635 and IQR=45; respectively). In all comparisons, we consider a statistical significance threshold of  $p < 0.05$ .

### Analysis of HRV and EDA records

Table 1 shows the indices of HRV and EDA for DP and HP groups per task. Statistical comparisons were performed considering two factors: Group (DP and HP) and Task (Baseline, T1, T2, T3). Non-parametric comparisons between and intra groups were computed using Wilcoxon rank and U-Mann-Whitney's tests considering a significance value of  $p < 0.05$ . Non-significant differences were found in the parameters associated with HRV intra groups and inter tasks. Significant differences were observed in the SCL (Skin Conductance Level) and EDA\_Symp parameters, the former associated with the tonic component of electrodermal activity and the latter as the spectral power analysis within the signal.

The SCL index of the DP group was significantly lower than the computed for the HP group per each task. It means SCL was the most sensitive index to detect differences in PsyS between groups while executing a musical task. For the EDA\_Symp index, significant differences were found for T3 between the HP group and the DP group. However,



within the DP group, there was a lower value than the HP group in all tasks, although there were significant differences only at T3.

NS\_SCR (non-specific skin conductance response) is associated with the presentation of auditory stimuli without a precise synchronization between the time of the stimulus and the conductance response. Its index decreased significantly when a subject (DP or HP) performed any musical task. It means that NS\_SCR, independently of the group condition, was the most sensitive index to distinguish between all tasks versus the baseline.

Indices derived from HRV and EDA analysis				
Deaf People (DP)				
Feature	Baseline	Task 1 (T1)	Task 2 (T2)	Task 3 (T3)
HRV_MeanNN	818.5 (721.9-850.4)	781.3 (679.9-865.6)	733.4 /666.1-881.1)	775.7 (664.2-820.4)
HRV_SDNN	59.79 (52.07-62.13)	55.55 (35.78-62.45)	52.85 (43.39-71.58)	54.09 (36.92-76.96)
HRV_RMSSD	40.78 (22.61-71.87)	35.03 (25.51-53.59)	36.474 (27.08-59.74)	34.26 (24.05-60.87)
HRV_SSDS	40.87 (22.66-72)	35.14 (25.65-53.92)	36.67 (27.17-60)	34.37 (24.21-61.14)
HRV_pNN50	22.96 (2.93-34.75)	9.56 (3.84-30.98)	14.28 (6.95-23.22)	12.82 (2.83-32.08)
Mean_HR	73.37 (70.81-83.18)	76.81 (69.4-88.53)	82.01 (68.12 - 90.66)	77.35 (73.18-90.57)
Std_HR	5 (4.33-6.008)	4.59 (3.86-4.83)	5.45 (4.30-6.47)	5.13 (3.57-9.28)
HRV_LFHF <sub>n</sub>	2.02 (1.40-2.56)	1 (0.68-1.80)	2.15 (0.72-2.41)	1.23 (0.39-3.18)
SCL	8.02 (6.48-11.20)	7.64 (6.72-13.73) +	8.60 (7.77-13.78) +	8.41 (7.29-13.94) +
NS_SCR	18 (12-22)	7 (7 -12) *	9 (6-10) *	9 (7-12) *
EDA_Symp	5.45 (3.21-39.58)	7.41 (3.96-24.36)	11.97 (3.60-18.96)	3.64 (0.93-18.64) +
EDA_Symp <sub>N</sub>	0.010 (0.005-0.011)	0.009 (0.004-0.01)	0.005 (0.003-0.01)	0.009 (0.004-0.01)
Hearing People (HP)				
Feature	Baseline	Task 1 (T1)	Task 2 (T2)	Task 3 (T3)
HRV_MeanNN	775.1 (677.1-878.5)	767.4 (688.4-830.8)	781.5 (702.02-827.8)	768.1 (659.7-809.5)
HRV_SDNN	63.05 (44.43-79.02)	61.09 (31.98-77.89)	53.59 (42.39-80.68)	57.91 (38.01-89.98)
HRV_RMSSD	47.36 (26.97 -72.82)	45.67 (23.56-61.65)	38.52 (26.81-57.27)	45.60 (22.87-101.75)
HRV_SSDS	47.45 (27.03 - 72.95)	46.03 (23.69-62.005)	38.77 (26.92-57.59)	45.97 (22.99-102.56)
HRV_pNN50	23.67 (5.53 - 36.13)	31.51 (2.08-42.33)	16.77 (5.48-42.13)	21.04 (3.07-36.36)
Mean_HR	77.47 (68.34- 88.70)	78.23 (72.24-87.3)	76.87 (72.5-85.61)	78.16 (74.17-91.16)
Std_HR	5.89 (4.29-7.94)	5.792 (4.1-6.06)	5.15 (4.13-6.87)	5.42 (4.65-8.03)
HRV_LFHF <sub>n</sub>	2.01 (1.48-3.55)	0.9 (0.30-2.26)	1.21 (0.36-4.29)	0.51 (0.31-1.70)
SCL	9.76 (8.31-16.98)	14.27 (10.51-19.37)	14.03 (10.74-19.81)	14.68 (10.55-20.41)
NS_SCR	19.5 (16.25-27)	9.5 (6.25-11.75) *	8 (6 - 11) *	9.50 (6-11) *
EDA_Symp	16.13 (7.58-67.25)	23.33 (8.4-74.41)	26.23 (7.53- 75.47)	40.04 (16.05-100.37)
EDA_Symp <sub>N</sub>	0.01 (0.01-0.02)	0.01 (0.006 -0.01)	0.01 (5.92-2.07)	1.42 (5.83-2.55)

Table 1. Indices derived from HRV, and EDA are reported. (\*) Refers to statistically significant differences between the task with respect to the baseline within the same group (p<0.05); (+) means statistically significant differences of the task between groups (p<0.05).

### Final Comments

We studied the relationship between the performance of music-based sensorimotor synchronization tasks and changes in a psychophysiological state associated with this activity, between Deaf and hearing individuals. Our analysis does not show significant differences in each of the task scores between DP and HP, which indicates that both groups have a similar performance to execute sensorimotor tasks no matter the deafness or hearing condition, which is concordant with the Iversen findings (2015). However, differences were found in the psychophysiological state when performing the musical tasks in the app. Reinforcing this argument, Herbert (2015) reported physiological changes when playing video games under conditions of sound and silence and observed that sound/music was an important factor in generating a greater psychophysiological response. In our research, the conditions were similar but because of the groups, Deaf and hearing people. Chuen (2016) has even related certain acoustic features to changes in psychophysiological states, e.g., in HVR and EDA when listening to variations in speed (tempo) or rhythm within a musical stimulus. In our results, no changes in HRV were observed, from which it can be inferred that the tasks may not have been challenging enough to elicit a response associated with emotional arousal and that can be recorded by HRV.

### *EDA Response*

Our results show that there are differences between deaf and hearing individuals in their psychophysiological responses when executing music-based tasks. Especially we found that indexes computed from EDA (NS\_SCR, SCL, and EDA\_Symp) were significantly sensitive to distinguish groups when executing music-based tasks. EDA refers to changes in the electrical properties of the skin and is used as an indicator for processing cognitive activity as well as related emotional states (Dawson, 2001). One of its most common components is Skin Conductance Level (SCL), which appears to reflect changes in autonomic arousal. That is, it is related to a level of brain activation modulated by the reticular formation, involved in attention and wakefulness processes (Posada-Quintero et al., 2018). In this case, it was observed that the SCL index was higher in all tasks for the HP than for the DP, as well as the EDA\_Symp values for T3 were also higher for the hearing individuals compared to the DP. Perhaps the increase in the SCL values is an indicator that the HP was recruiting greater attentional resources while executing the musical tasks in comparison with the DP, elevating to a certain extent the level of stress reflected in an increase in the activity of the sweat glands and that perhaps this control in the attention was modulated by the auditory input. This does not mean that the HPs would not have had attentional control, but perhaps they make use of other resources that are not recordable in the SCL parameters. Additional data or measurements in a larger population would be required to have more certain evidence. The increase in EDA\_Symp values may be associated with the cognitive and physical changes (Posada-Quintero et al., 2020; Posada-Quintero et al., 2018) presented in the processing of the stimuli between the two groups. The values between groups presented changes between T1 and T2 although there were no significant differences, this could be associated with the level of difficulty of each of the tasks, although it is not conclusive. However, there were differences for T3, with a decrease for HP.

### *Conclusions*

There is sufficient evidence to demonstrate that EDA and HRV are reliable measures to be combined to increase sensitivity and accuracy for the study and understanding of complex cognitive states, however, there are few investigations that confluence music with deafness and the recording of physiological parameters, so the relevance of our research lies in the conjunction of several elements that have been studied separately or only in hearing people. Although the study presented here is a pilot and exploratory research, and the results are neither conclusive and not generalizable it is essential to make this type of approach to know and adapt the tools and parameters for the study of deep cognitive processes from noninvasive recordings in vulnerable populations

### *Considerations*

Research lines that continue work like ours could focus on exploring whether the design of musical tasks with greater complexity can elicit a greater psychophysiological response in Deaf people or emphasize other sensory stimuli such as vibrotactile stimuli. This could lead to create a simile between sensory modalities and perhaps provoke a physiological response like that generated by auditory stimuli modeled by certain acoustic parameters, such as intensity, tempo, or timbre (Chuen et al., 2016.), modulated by brain reorganization of cortical areas that respond to somatosensory stimuli (Good et al, 2014; Auer et al., 2007), and perhaps this is reflected in increased attentional resources recorded from SCL. Regarding SMS our results showed that although there seems to be no difference in the score between the DP and HP, perhaps if the sensorimotor assessment is adjusted and fine-tuned to measure the occurrence between the stimulus and the action, there may be differences between the consecutive movements between one note and another, although further research is required in this regard. Finally, it is

recommended that interdisciplinary working groups be formed to address complex issues such as the one presented in this research, to extend the dialogue and the application of knowledge for vulnerable populations.

## References

- Auer Jr, E. T., Bernstein, L. E., Sungkarat, W., & Singh, M. (2007). Vibrotactile activation of the auditory cortices in deaf versus hearing adults. *Neuroreport*, 18(7), 645. DOI: [10.1097/WNR.0b013e3280d943b9](https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e3280d943b9)
- Chuen, L., Sears, D., & McAdams, S. (2016). Psychophysiological responses to auditory change. *Psychophysiology*, 53(6), 891-904. DOI: [10.1111/psyp.12633](https://doi.org/10.1111/psyp.12633).
- Da Silva, H. P., Guerreiro, J., Lourenço, A., Fred, A. L., & Martins, R. (2014, January). BITalino: A novel hardware framework for physiological computing. In *PhyCS* (pp. 246-253)
- Dawson, ME, et al (2001) The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, and G.B. Bernston, (Eds) *Handbook of Psychophysiology* (2nd Ed), 200–223. Cambridge Press, Cambridge.
- Good, A., Reed, M. J., & Russo, F. A. (2014). Compensatory plasticity in the deaf brain: Effects on perception of music. *Brain sciences*, 4(4), 560-574. DOI: [10.3390/brainsci4040560](https://doi.org/10.3390/brainsci4040560)
- Hébert, S., Béland, R., Dionne-Fournelle, O., Crête, M., & Lupien, S. J. (2005). Physiological stress response to video-game playing: the contribution of built-in music. *Life sciences*, 76(20), 2371-2380. DOI: [10.1016/j.lfs.2004.11.011](https://doi.org/10.1016/j.lfs.2004.11.011)
- Iversen, J. R., Patel, A. D., Nicodemus, B., & Emmorey, K. (2015). Synchronization to auditory and visual rhythms in hearing and deaf individuals. *Cognition*, 134, 232-244. DOI: [10.1016/j.cognition.2014.10.018](https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.10.018)
- Markopoulos, P., Read, J. C., MacFarlane, S., & Hoysiemi, J. (2008). *Evaluating children's interactive products: principles and practices for interaction designers*. Elsevier.
- Patel, A. D., & Iversen, J. R. (2014). The evolutionary neuroscience of musical beat perception: the Action Simulation for Auditory Prediction (ASAP) hypothesis. *Frontiers in systems neuroscience*, 8, 57. DOI: [10.3389/fnsys.2014.00057](https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00057)
- Posada-Quintero, H. F., Bolkhovskiy, J. B., Qin, M., & Chon, K. H. (2018). Human performance deterioration due to prolonged wakefulness can be accurately detected using time-varying spectral analysis of electrodermal activity. *Human Factors*, 60(7), 1035-1047
- Posada-Quintero, H. F., & Chon, K. H. (2020). Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: A systematic review. *Sensors*, 20(2), 479. DOI: [10.3390/s20020479](https://doi.org/10.3390/s20020479)
- Sokhadze, E. M. (2007). Effects of music on the recovery of autonomic and electrocortical activity after stress induced by aversive visual stimuli. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32(1), 31-50. DOI: [10.1007/s10484-007-9033-y](https://doi.org/10.1007/s10484-007-9033-y)
- Van Der Steen, M. C., & Keller, P. E. (2013). The ADaptation and Anticipation Model (ADAM) of sensorimotor synchronization. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 253. DOI: [10.3389/fnhum.2013.00253](https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00253)

## Notas Biográficas

**Miguel Alberto Martínez Luna** is a graduate of Biomedical Systems Engineering at UNAM. He has worked professionally at the National Institute of Rehabilitation (INR) and the National Institute of Cardiology (INC).

**Fernando Uristy Osornio García** is a graduate of Biomedical Systems Engineering at UNAM. He currently works as a researcher and consultant in the area of user experience design.

**Dra. Coral Italú Guerrero-Arenas** is a Ph.D. in Musical Cognition and a postdoctoral researcher in the Department of Biomedical Systems of the Faculty of Engineering at UNAM. Is a member of the National System of Researchers level C, CONACyT, and her line of research is in reference to cognitive processes in vulnerable populations. <https://orcid.org/0000-0003-3253-6574>

**Dr. Guillermo Hernández-Santana** is a Ph.D. in Anthropology, and Professor of linguistics at the ENAH (National School of Anthropology and History), and a member of the Academy of Mexican Sign Language. His work is about the grammatical study of LSM. <https://orcid.org/0000-0003-0367-357X>

**Dr. Leonardo Borne** is a Ph.D. in Music. He researches educational-musical processes in different contexts and the training of musicians and educators. He has several publications in national and international journals and events. <https://orcid.org/0000-0002-8843-7017>

**Dr. Luis Jiménez-Angeles** is a Full-Time Associate Professor C in the Department of Biomedical Systems Engineering of the Faculty of Engineering at UNAM. Is a member of the National System of Researchers Level 1, CONACyT, and an active member of the IEEE Engineering in Medicine and Biological Society and the Mexican Society of Biomedical Engineering. <https://orcid.org/0000-0002-7390-0814>