

## Estereotipos de género: cuerpo y comportamiento social en estudiantes de nuevo ingreso de Enfermería UV

M.E. Carmen Hernández Cruz<sup>1</sup>, Dra. Amelia Sánchez Espinosa<sup>2</sup>, Dra. Claudia Beatriz Enríquez Hernández<sup>3</sup>, Román Vázquez Ovando<sup>4</sup>, Melisa Coronel Rangel<sup>5</sup>, Abrahán Martínez Gómez<sup>6</sup>

**Resumen**— Los estereotipos han funcionado durante muchos años como fuertes obstáculos para que las mujeres sean tratadas de manera digna y equitativa, y como limitantes de sus derechos a la igualdad de oportunidades en la educación, el trabajo, la familia y la sociedad. En tanto que a los varones les ha negado el derecho a expresar sus afectos bajo el supuesto de la fortaleza y la insensibilidad Metodología estudio descriptivo transversal exploratorio, utilizando el Instrumento de Creencias del alumnado de Cobos y Villaciervos (2007). La población 123 estudiantes muestra por conveniencia 109 sujetos. Resultados: 21.1% responden SI a que “El atractivo masculino está en un cuerpo fuerte, robusto, y 78.9% refieren NO. 21.1% reportan “SI” a que “El atractivo femenino está en un cuerpo delicado, frágil y ligero”,78.9% responden NO. en relación a “Los comportamientos atrevidos, osados e intrépidos son más valorados por los chicos”,31% de ellos responden SI y 69% NO

**Palabras claves:** Estereotipos, género, cuerpo, comportamiento social

### Introducción

La necesidad de conocer la situación que guarda la comunidad universitaria de la facultad de Enfermería región Veracruz en relación con la equidad de género, y conformada ya la unidad de género; la siguiente necesidad acuciante fue la realización de un diagnóstico de los estereotipos de género en los estudiantes de nuevo ingreso, para contar con elementos que direccionen la elaboración de estrategias innovadoras con perspectivas de género, en apego a las líneas de acción, replegadas al programa de trabajo de la universidad Veracruzana y a las políticas institucionales de perspectiva de género. Buscando transversalizar, respetar, implementar y garantizar las recomendaciones internacionales sobre la igualdad de los derechos humanos entre hombres, mujeres y personas con identidades sexo-genéricas diversas. Así como alcanzar los estándares del sistema de indicadores para la equidad de género en instituciones de educación superior.

Según la OMS el género afecta a todas las metas de los Objetivos del Desarrollo Sostenible porque interactúa con otros determinantes e influye en los riesgos y las exposiciones, los comportamientos y la respuesta del sistema de salud. (Boletín OMS 2015 93:743) Los estereotipos han funcionado durante muchos años como fuertes obstáculos para que las mujeres sean tratadas de manera digna y equitativa, y como limitantes de sus derechos a la igualdad de oportunidades en la educación, el trabajo, la familia y la sociedad. En tanto que a los varones les ha negado el derecho a expresar sus afectos bajo el supuesto de la fortaleza y la insensibilidad (INMUJERES, 2007)

Los estereotipos de género contribuyen en general a mantener la diferenciación de hombres y mujeres dentro del mercado laboral, los que se construyen alrededor de la maternidad se convierten en un poderoso mecanismo de exclusión y discriminación. La imagen estereotipada de la menor capacidad del varón para desenvolverse en la esfera emocional y doméstica termina por servir como justificación de la división tradicional de roles y legitima la

1 M.E. Carmen Hernández Cruz es Docente de Enfermería y Comisionada de la Unidad de Equidad y Género, Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [hdezacruz1957@gmail.com](mailto:hdezacruz1957@gmail.com)

2 Dra. Amelia Sánchez Espinosa es Docente de tiempo completo, Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [ameliasanchezespinoza@yahoo.com](mailto:ameliasanchezespinoza@yahoo.com)

3 Dra. Claudia Beatriz Enríquez es Directora de la Facultad de Enfermería, Docente de tiempo completo, Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [beenriquez@uv.mx](mailto:beenriquez@uv.mx)

4 Román Vázquez Ovando es Estudiante de pregrado e integrante de la Unidad de Equidad y Género de la Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [unigen.feuv@gmail.com](mailto:unigen.feuv@gmail.com)

5 Melisa Coronel Rangel es Estudiante de pregrado e integrante de la Unidad de Equidad y Género de la Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [unigen.feuv@gmail.com](mailto:unigen.feuv@gmail.com)

6 5Abrahán Martínez Gómez es Estudiante de pregrado e integrante de la Unidad de Equidad y Género de la Facultad de Enfermería, Región Veracruz, Universidad Veracruzana [unigen.feuv@gmail.com](mailto:unigen.feuv@gmail.com)

permanencia de la mujer en el ámbito doméstico. Dado que el hombre no está psicológicamente capacitado para el cuidado físico y emocional de los hijos, y que la mujer posee estas capacidades de forma natural, es la presencia de la madre en el hogar la que se vuelve imprescindible para el adecuado desarrollo de aquéllos (Garrido, A, 2018).

Las representaciones culturales (entre ellas las de género) son un conjunto de ideas, creencias y significados empleados por la sociedad para estructurar y organizar la realidad. Estas se transmiten a todos sus miembros a través de diversos mecanismos socioculturales v *Villaciervos Moreno en* Mosteiro García, M.J. y Porto Castro, A.M. (2017). La familia y la escuela son los principales espacios de socialización en los que se aprenden e interiorizan los roles masculinos y femeninos (Perry & Pauletti, 2011) en Mosteiro García, M.J. y Porto Castro, A.M. (2017). Los estereotipos de género son fiel reflejo de una cultura y una historia y, como tal, tienden a mantenerse porque responden a las necesidades de la sociedad de preservar las normas sociales que mantienen el statu quo. En este sentido, se caracterizan por su fuerte resistencia al cambio y por seguir vigentes en la sociedad hasta que se produzca un cambio en los roles de mujeres y hombres. Estas creencias estereotipadas se transmiten de una generación a otra a través de un complejo sistema de interacciones en el que intervienen diversos agentes e instituciones. Los agentes de socialización juegan un papel fundamental en la transmisión y perpetuación de los estereotipos de género tradicionales (Vázquez-Cupeiro, 2015)

La inserción de mujeres en el mundo laboral, y la de hombres en ocupaciones tradicionalmente dominadas por mujeres, ha llevado inevitablemente a la adaptación del rol de género. Sin embargo, la evolución de los estereotipos de género en enfermería. Refleja una tendencia específica: Se percibe que las enfermeras tienen rasgos femeninos y masculinos (a pesar de que el primero supera levemente al segundo), mientras que los enfermeros también se describen en formas que están tradicionalmente relacionadas con la comunidad (Aranda, M 2015). Traducido por Vázquez, R.

En un estudio realizado por Pacheco C et al. (2014) Menciona que es necesario trabajar de forma aunada, desde la familia, la escuela y los medios de difusión masiva para cambiar mentalidades machistas de carácter ancestral, que prevalecen hoy al interior de ámbitos más íntimos, más privados; mediatizando y afectando las relaciones que hombres y mujeres establecen entre sí y con individuos de su mismo sexo.

Por tal motivo la presente investigación educativa tiene como Objetivo General. Describir los estereotipos de género: cuerpo y comportamiento social en estudiantes de nuevo ingreso de Enfermería UV. Que coadyuven a sustentar estrategias para insertar en los programas educativos de las Experiencias educativas con perspectiva de género. Las primeras áreas que se analizaron en este estudio fueron las dimensiones del *cuerpo*, en ella se incluyen aspectos relativos al atractivo físico y el cuidado del cuerpo. La segunda se circunscribe al *comportamiento social*, incluyéndose en esta dimensión actitudes de los sujetos ante situaciones externas. Cobos y Villaciervos (2007

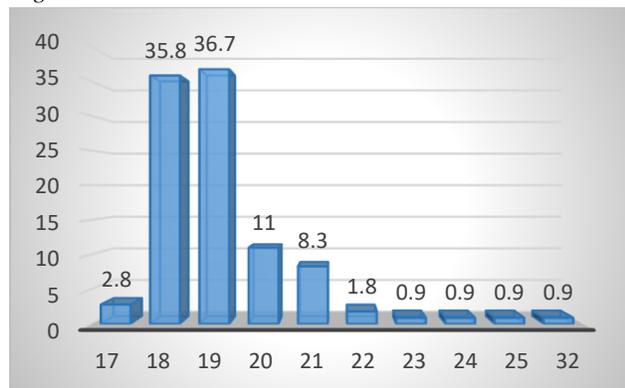
## Descripción del método

### *Reseñas de la dificultad de la búsqueda*

Este proyecto es de tipo descriptivo transversal exploratorio, se realiza como parte primordial posterior a la conformación de la unidad de género, donde la presencia de los estudiantes fue determinante para la aplicación de las encuestas y la realización de este estudio. Se utilizó el: Instrumento para la recogida de datos de Creencias del alumnado de Cobos y Villaciervos (2007) que cuenta con 22 ítems considerando seis dimensiones: cuerpo , comportamiento social, competencias y capacidades, emociones, expresión afectiva, responsabilidad social utilizando para este estudio solamente las dimensiones de cuerpo y comportamiento social para tener un primer acercamiento al fenómeno a investigar los criterios de inclusión La población estuvo conformada por los 123 alumnos de nuevo ingreso, generación 2018 de la Facultad de Enfermería, Región Veracruz Universidad Veracruzana. el muestreo fue por conveniencia, se aplicaron 109 instrumentos por no presentarse 14 alumnos El análisis de datos se realizó con el programa Statal Package for Social Science (SPSS) versión 25.0 para Windows

## Análisis de los Resultados

Figura 1 Edad

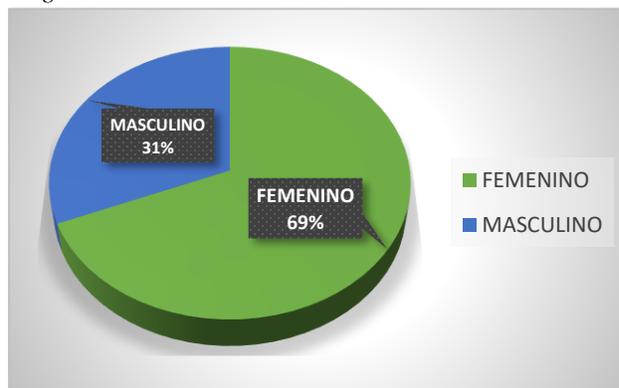


Fuente directa

n 109

En la gráfica 1 se observa que el mayor rango de edad es de 19 años con un 36.7% .

Figura 2 Genero

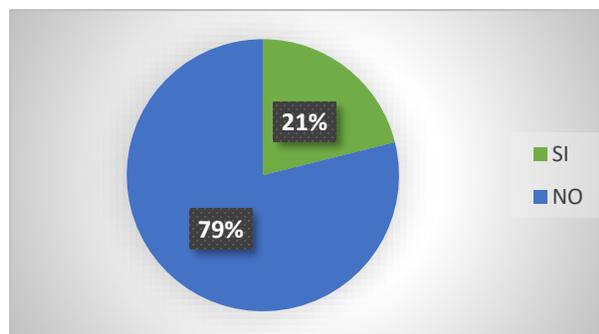


fuentes: directa

n 109

En la gráfica 2 cabe resaltar que el 31% de los estudiantes son del sexo masculino en una profesión Por naturaleza femenina.

Figura 3. El atractivo masculino está en un cuerpo fuerte, robusto, y vigoroso

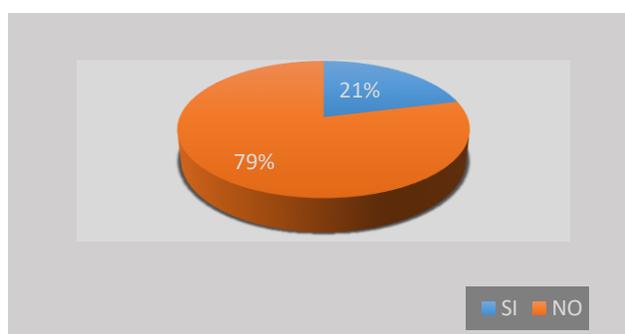


Fuente: directa

n109

En la gráfica 3 es relevante que EL 78.9% de los Estudiantes respondieron "El atractivo masculino NO está en un cuerpo fuerte, robusto, y vigorosos

Figura 4. El atractivo femenino está en un cuerpo delicado, frágil y ligero

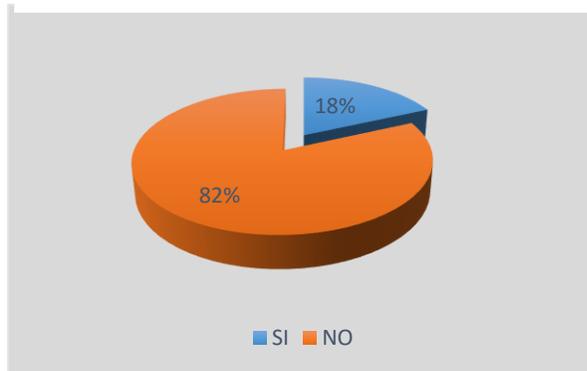


Fuente: directa

n109

En la figura 4 Se observa que:79% de los estudiantes respondieron que El atractivo femenino NO está en un cuerpo delicado, frágil y ligero

*Figura 5. Las mujeres deben ocuparse más que los hombres de su apariencia*

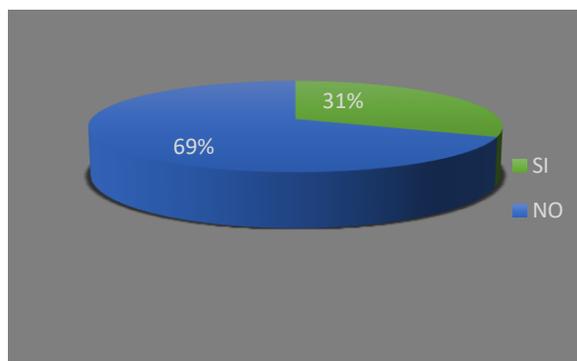


Fuente: directa

n109

En la figura 5 se observa que 18.3% de los estudiantes responden "Si" a que "Las mujeres deben ocuparse más que los hombres de su apariencia y belleza" mientras que la mayoría 82% responde que NO.

*Figura 6. Los comportamientos atrevidos, osados e intrépidos son más valorados por los chicos*

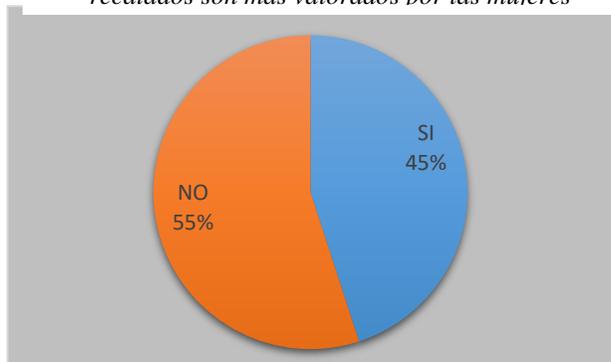


Fuente: directa

n109

En la figura 6 se observa que los estudiantes en un 69.% de la muestra responden que Los comportamientos atrevidos, osados e intrépidos NO son más valorados por los chicos

*Figura 7. Los comportamientos discretos, prudentes y recatados son más valorados por las mujeres*



Fuente. Directa

n109

En la figura 7 se observa que el 45% de los estudiantes responden "Si" a que "Los comportamientos discretos, prudentes y recatados son más valorados por las mujeres", mientras 55% de ellos responden "No" a que "Los comportamientos discretos, prudentes y recatados son más valorados por las mujeres"

### Conclusiones

Con los resultados obtenidos de este estudio preliminar se puede concluir que los estereotipos de género cuerpo, comportamiento social no se encuentran marcando grandes diferencias en este grupo de mujeres y hombres jóvenes estudiantes de nuevo ingreso de la licenciatura Enfermería sin embargo es necesario explorar las otras variables de competencias y capacidades, emociones, expresión afectiva, responsabilidad social para poder concluir el diagnóstico.

### Recomendaciones

Con la información que se obtuvo de este primer intento de conocer los estereotipos de género relacionados con las creencias que tienen del cuerpo y el comportamiento social los estudiantes de nuevo ingreso de Enfermería UV. Se propone tomarla como base para utilizar estrategias que integren perspectivas de género en las experiencias educativas y lo más importante dentro del currículo oculto. Así como repetir el estudio a esta misma generación posterior a la utilización de estrategias en los programas educativos con perspectiva de género

### *Conceptualización de términos*

**Género:** El género se refiere a los conceptos sociales de las funciones, comportamientos, actividades y atributos que cada sociedad considera apropiados para los hombres y las mujeres OMS 2018.

**Estereotipo:** Imagen o idea aceptada comúnmente por un grupo o sociedad con carácter inmutable (RAE, 2018).

**Estereotipo de género:** Un estereotipo de género es una opinión o un prejuicio generalizado acerca de atributos o características que hombres y mujeres poseen o deberían poseer o de las funciones sociales que ambos desempeñan o deberían desempeñar (OHCHR, 2018).

**Identidad de género:** Grado en que cada persona se identifica como masculino o femenino o alguna combinación de ambos. Es el marco de referencia interno, construido a través del tiempo que permite a los individuos organizar un auto concepto y comportarse socialmente en relación con la percepción de su propio sexo y género (Arango, I. 2008).

**Igualdad** existencia de una igualdad de oportunidades y de derechos entre las mujeres y los hombres en las esferas privada y pública que les brinde y garantice la posibilidad de realizar la vida que deseen. Actualmente, se reconoce a nivel internacional que la igualdad de género es una pieza clave del desarrollo sostenible (ONU, 2012).

**Perspectiva de género:** Se refiere a la metodología y los mecanismos que permiten identificar, cuestionar y valorar la discriminación, desigualdad y exclusión de las mujeres, que se pretende justificar con base en las diferencias biológicas entre mujeres y hombres, así como las acciones que deben emprenderse para actuar sobre los factores de género y crear las condiciones de cambio que permitan avanzar en la construcción de la igualdad de género (CONAVIM, 2018).

**Equidad de género:** Es un conjunto de reglas que permiten la igualdad de participación de hombres y mujeres en su medio organizacional y social con un valor superior a las establecidas tradicionalmente, evitando con ello la implantación de estereotipos o discriminación. Situación en la que todos los seres humanos son libres de desarrollar sus capacidades personales y tomar decisiones sin las limitaciones impuestas por los roles tradicionales, y en la que se tienen en cuenta, valoran y potencian por igual las distintas conductas, aspiraciones y necesidades de mujeres y hombres (COFEMER, 2012)

### Referencias

Colás, P. y Villaciervos P. (). La interiorización de los estereotipos de género en jóvenes y adolescentes. Revista de Investigación Educativa. Universidad de Sevilla. Vol. 25, n.º 1, 2007, págs. 35-58.

INMUJERES, desigualdad en cifras. BOLETIN, 2017, Número 10 Obtenido de [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/BoletinN10\\_2017.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/BoletinN10_2017.pdf)

Garrido, A. Álvaro, J.L. y Rosas, A.R. Estereotipos de género, maternidad y empleo: un análisis psicológico. Pensando Psicología, 14(23). 2018. doi: <https://doi.org/10.16925/pe.v14i23.2261>

Mosteiro, M. J. y Porto, A. M. Análisis de los Estereotipos de Género en alumnado de Formación Profesional: Diferencias según sexo, edad y grado. Revista de Investigación Educativa, 35(1), 2017, 151-165 DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/rie.35.1.257191>

OMS. Género, salud y Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado por Internet el 25 de abril del 2019. Dirección de internet: <https://www.who.int/gender-equity-rights/news/gender-health-sdgs/es/>

Pacheco Carpio, Carmen Rosa, Cabrera Albert, Juan Silvio, Mazón Hernández, Magdalena, González López, Iselys, & Bosque Cruz, Mayelín. (2014). Sexist gender stereotypes. A study in Cuban medicine students. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 18(5), 863-877. Recuperado en 30 de abril de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942014000500015&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942014000500015&lng=es&tlng=en)

Sagone, E. De Caroli, M. E. Marinella, R.F. & Perciavalle, V. (2018).



**Apéndice**  
**Universidad Veracruzana**  
**Facultad de enfermería**  
**Región Veracruz**

**Instrumento de Recogida de Datos de Creencias del alumnado**

Datos personales

*Cobos y villaciervos (2007)*

**Facultad:** \_\_\_\_\_  
**Sexo del alumno:** \_\_\_\_\_

**Generación:** \_\_\_\_\_  
**Edad:** \_\_\_\_\_

Indica si estás de acuerdo o no con las afirmaciones. Marca con una X la opción que responda

Dimensión	Pregunta	SI	NO
<b>A.</b> <b>Cuerpo</b>	<b>A.1.</b> El atractivo masculino (de los niños y los hombres) está en un cuerpo fuerte, robusto y vigoroso		
	<b>A.2.</b> El atractivo femenino está en un cuerpo delicado frágil y ligero.		
	<b>A.3.</b> Las mujeres deben ocuparse más que los hombres de su apariencia y belleza		
<b>B.</b> <b>Comportamiento social</b>	<b>B.1</b> Los comportamientos atrevidos , osados e intrépidos son más valorados por los chicos		
	<b>B.2</b> Los comportamientos discretos, prudentes y recatados son más valorados por las mujeres		
<b>C.</b> <b>Competencias y Capacidades</b>	<b>C.1</b> Los hombres están más capacitados que las mujeres para desempeñar tareas técnicas mecánicas.		
	<b>C.2</b> Las mujeres están más capacitadas que los hombres para desempeñar tareas organizativas y cooperativas		
	<b>C.3</b> El rendimiento de las chicas es mejor en carreras de letras, humanidades y ciencias sociales (filología, magisterio, psicología, pedagogía, trabajo social, historia, etc.)		
	<b>C.4</b> El rendimiento de los chicos es mejor en carreras científico- técnicas (ingeniería física, química, matemáticas, etc.)		
<b>D.</b> <b>Emociones</b>	<b>D.1</b> Es ridículo que los hombres lloren o expresen sus sentimientos en publico		
	<b>D.2</b> Si una chica se siente herida lo normal es que lllore		
	<b>D.3</b> Los hombres resuelven los conflictos normalmente utilizando la fuerza		
	<b>D.4</b> Las mujeres resuelven los conflictos normalmente utilizando el dialogo		
<b>E.</b> <b>Expresión Afectiva</b>	<b>E.1</b> Las mujeres pueden abrazarse o besarse con sus amigas para demostrar su cariño pero los hombres no		
	<b>E.2</b> Las mujeres pueden cogerse de la mano con sus amigas, pero los hombres no.		
	<b>E.3</b> Si alguien está triste una mujer es capaz de consolarlo		
	<b>E.4</b> Los hombres son más propensos a actitudes competitivas		
	<b>E.5</b> Las mujeres tienen una predisposición natural al amor		
<b>F.</b> <b>Responsabilidad Social</b>	<b>F.1</b> Los hombres son los responsables de mantener económicamente a sus familias		
	<b>F.2</b> Las mujeres deben preocuparse de la casa y del cuidado de sus hijos		

# Análisis del uso de las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel superior

MGTI Luz María Hernández Cruz<sup>1</sup>, M en C Luis Alberto Uicab Brito<sup>2</sup>,  
LPTA Oscar López Yarzagaray<sup>3</sup> y Br. Magaly Yazmin Chan Pech<sup>4</sup>

**Resumen**—En el presente artículo se analiza la perspectiva de los estudiantes a nivel superior acerca del uso de las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje incluyendo diversos enfoques como académico, administrativo, de divulgación, de comunicación y social que sirvan de estrategia para transferir conocimiento, principalmente por su accesibilidad y preferencia entre los estudiantes. La investigación es descriptiva exploratoria empleando métodos para medir frecuencias, elementos y categorías. Se sigue un proceso metodológico de la investigación dividido en tres etapas principales: diseño de la herramienta de recolección de datos, recolección de datos, y finalmente, análisis e interpretación de los resultados. Por último, como un aporte a la sociedad estudiantil se enfatizan las ventajas y desventajas de las redes sociales como un servicio de red al alcance de todos.

**Palabras clave**— enseñanza-aprendizaje, redes sociales, estudiantes.

## Introducción

A pesar de ser un fenómeno de comunicación y articulación social relativamente reciente, son muchos los autores que han investigado y escrito sobre “las redes sociales”. La mayoría de ellos destacan la concepción instrumental y mediática de sus funcionalidades (TIC, internet, e-mail y ahora también los teléfonos inteligentes), las plataformas de intercomunicación (sitios web), la capacidad de navegación, conectividad, afiliación y establecimiento de perfiles dentro del sistema (Campos, 2008). El autor Rissoan en su libro “Redes sociales – Comprender estas nuevas herramientas de comunicación” afirma “todos podemos obtener un beneficio real de las redes sociales, siempre y cuando las abordemos de manera planificada y estructurada”. En muchos sentidos, el autor aborda las redes sociales como un fenómeno ineludible y capaz de utilizarse y adaptarse a cualquier necesidad. También, él refiere a las redes sociales como medio de comunicación actual por excelencia.

Frente al panorama social que ha provocado la revolución digital de la Web y la expansión de numerosos tipos de redes sociales o comunidades virtuales, ha sido cada vez más notorio utilizar éstas de manera continua para informarse sobre noticias, participar en la compra y venta de diversos productos, recibir información, establecer contactos, jugar y ejecutar actividades de colaboración profesional, así como chatear y compartir aficiones diversas. De ahí, el entorno donde nos desarrollamos ha cambiado radicalmente en la forma de comunicarnos, y la educación no escapa de ello.

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), incluyendo las redes sociales, está creando nuevos patrones de comportamiento en muchos aspectos de la sociedad, incluyendo modelos y estrategias de aprendizaje.

## Desarrollo

La cultura de las redes sociales ha crecido exponencialmente creando la necesidad de ser involucrados e incorporados en el escenario educativo como una herramienta de apoyo para los docentes y los estudiantes. Esto se evidencia en el manejo que cotidianamente hacen los estudiantes para relacionarse y conectarse socialmente y también por la sinergia que ha despertado para intercambiar conocimiento abierto y de interés entre las comunidades académicas (López, 2009). Haro (2009) define a las redes sociales como: “una asociación de personas unidas por distintos motivos, familiares, trabajo o simplemente intereses y pasatiempos parecidos. Forman una estructura social compuesta por nodos (generalmente individuos u organizaciones) que se encuentran unidos entre sí por más de un tipo de relación, como son valores, visiones, ideas, intercambios financieros, amistades, parentescos, sitios webs, educación entre otras”.

La web 2.0 es sin duda una herramienta abierta a grandes posibilidades de participación e intercambio de

<sup>1</sup> MGTI Luz María Hernández Cruz es Profesor en la Universidad Autónoma de Campeche, México. [lmhernan@uacam.mx](mailto:lmhernan@uacam.mx)

<sup>2</sup> El M en C Luis Alberto Uicab Brito es Profesor en el Instituto Tecnológico Superior de Hopolchén, México. [lauicab@itshopelchen.edu.mx](mailto:lauicab@itshopelchen.edu.mx)

<sup>3</sup> El LPTA Oscar López Yarzagaray Brito es Profesor en el Instituto Tecnológico Superior de Hopolchén, México. [olopez@itshopelchen.edu.mx](mailto:olopez@itshopelchen.edu.mx)

<sup>4</sup> La Br. Magaly Yazmin Chan Pech es estudiante en el Instituto Tecnológico Superior de Hopolchén, México. [4672@itshopelchen.edu.mx](mailto:4672@itshopelchen.edu.mx)

conocimiento de calidad a partir de su creación, publicación y consumo de textos, videos, imágenes, foros, blogs, chat, audios, etc. Es todo un proceso abierto, libre y significativo en la construcción de conocimiento. En este sentido, para Orihuela (2009), las redes sociales son herramientas que se deben integrar en la labor educativa sabiendo direccionar su interés significativo a los procesos de enseñanza aprendizaje. Esta debe ser una cultura de nuevos roles que incursiona en las instituciones de educación superior desde las directivas, los docentes y los estudiantes para generar ambientes educativos que simpaticen por la construcción del conocimiento más que por la transmisión de datos (EDUCAUSE, 2009).

Los docentes universitarios tienen la posibilidad de apropiarse de innumerables herramientas tecnológicas y de comunicación para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Debe ser un acompañamiento bidireccional de trabajo colaborativo de dinámicas de cooperación entre pares que comparten desde las didácticas direccionadas un mundo infinito de posibilidades de aprendizaje significativo que implica el interés y el compromiso por aprender, conocer y compartir conocimiento. Lo inexplorado se abre como una posibilidad de construcción y proceso de conocimiento que no se queda en el escenario del aula presencial, sino que se abre a los horizontes de comprensión en latitudes jamás pensadas porque la interconexión es global e inmediata y en constante evolución. Conectarse a internet implica conectarse a millones de recursos los cuales permitirán construir ambientes de conocimiento significativo, diferente y sofisticado (Cassany, 2012, p. 50).

Las redes sociales han sido un recurso utilizado por la sociedad para fomentar la ayuda mutua potenciando sus recursos en la búsqueda de soluciones a necesidades y problemáticas sociales de comunidades de diferente origen y filiación.

### ***Ventajas y desventajas de las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje***

La incorporación de las redes sociales en el ámbito educativo ofrece una serie de beneficios y limitaciones planteados por diversos autores (Camacho, 2010), que se resumen a continuación:

Resulta difícil poder limitar el beneficio que engloban las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal manera, que enunciemos las más importantes. Las redes sociales permiten ampliar las fronteras del proceso enseñanza-aprendizaje. Ya que tanto el docente como el estudiante disponen de diversos recursos y herramientas que ofrece la web 2. Permiten publicar y compartir información por parte de profesores y alumnos. El proceso enseñanza-aprendizaje es colaborativo permitiendo la construcción compartida del conocimiento. Es decir, se convierte en un ejercicio colaborativo de integración de información en la construcción del conocimiento. Por otro lado, es un elemento motivador en los estudiantes.

Cada vez son más los autores que atribuyen posibilidades a las redes sociales para usarlas en el ámbito docente. Juan José de Haro (2009) les atribuye tres ventajas comunes: minimizan la necesidad de formación porque todos usan el mismo recurso, favorecen la comunicación con los alumnos de manera bidireccional, ya que el profesorado y alumnado se encuentran en un mismo espacio y, su carácter generalista posibilita el uso universal de las mismas.

Bajo diversos enfoques las redes sociales aportan tres características distintivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: proveen al estudiante de un entorno creativo con múltiples herramientas y materiales (sonidos, imágenes o video). Rompen la barrera de espacio y de tiempo, no es necesario esperar a estar físicamente con otros integrantes del aula para plantear alguna pregunta o compartir alguna información. Y, además ofrecen a los estudiantes el acceso a un amplio mundo de información, posibilitándoles su búsqueda sobre cualquier tema impartido en clase de fuentes científicas.

Sin embargo, las desventajas en el uso de redes sociales son significativas, en la actualidad encontramos personas que caen en la dependencia y hasta en la adicción a ellas, por uso irresponsable y desmedido. Dependiendo del tipo de red social, puede generar distracción ya que se está combinando un entorno social con el ámbito educativo. Otra gran desventaja es la posibilidad de ser acosado y victimizado en las redes sociales, así como conductas no saludables y nocivas como el aislamiento social.

Las redes sociales ayudan a configurar los procesos de aprendizaje y se vinculan a la forma cotidiana y tradicional que la sociedad ha aprendido, de tal modo que su presencialidad en los constructos educativos seguirá permeando los currículos, las metodologías, los modelos pedagógicos de enseñanza al seguirse posicionando como una real estrategia de enseñanza y aprendizaje.

Para que las redes sociales sean una excelente estrategia pedagógica para el aprendizaje, es necesario que se den ciertas condiciones como es la disposición de recursos tecnológicos a partir de una óptima infraestructura para el acceso a la red. De igual manera, se deben programar recursos educativos idóneos en aras de una sana enseñanza y

desarrollo de competencias. Es por lo tanto una tarea prioritaria para los docentes adquirir conocimientos profundos y relevantes en el manejo de estas plataformas al servicio de la enseñanza para poder preparar con competencia en constructos cognoscitivos. No se trata de un trabajo aislado sino de una labor que propenda por el sentido de pertenencia y corresponsabilidad, de independencia y de autonomía por la integralidad en la enseñanza (Hossain; Wigand, 2004). Las redes sociales son herramientas con gran poder en el mundo globalizado. Según Radliff (2004), no se trata de que las redes aporten algo nuevo, sino, que ofrecen las redes en la construcción del conocimiento de manera exponencial en nuevos y creativos conocimientos que con seguridad aportan pedagógicamente a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

### **Metodología**

La investigación desarrollada es descriptiva exploratoria sigue un proceso metodológico de la investigación dividido en tres etapas principales: diseño de la herramienta de recolección de datos, recolección de datos, y finalmente, análisis e interpretación de los resultados.

#### ***Diseño de la herramienta de recolección de datos***

Inicialmente se realizó una investigación documental sobre las diversas particularidades a considerar en la medición del uso de las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de acuerdo a las bibliografías consultadas. Posteriormente se analizan las fuentes de recolección de datos, fijando como adecuada para el estudio la encuesta, limitando su extensión a 12 preguntas en total, de las cuales 9 preguntas abordan el enfoque del uso de redes sociales como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje, 2 preguntas abordan el enfoque como herramienta administrativa, de divulgación, de comunicación y social, y 1 pregunta como retroalimentación del instrumento.

Para diseñar el instrumento de recolección de datos, se emplea Google Forms, por la facilidad y rapidez en la construcción del mismo. De igual manera, la configuración, la legibilidad y el carácter obligatorio de las preguntas fueron cruciales. Además, esta herramienta ofreció la posibilidad de recibir notificaciones vía correo electrónico del envío del formulario. A los propietarios del formulario se les notifica por correo electrónico de las nuevas respuestas y a los alumnos encuestados se les notifica de sus respuestas y de la posibilidad de modificar ciertos datos.

Google Forms almacena automáticamente en una hoja de cálculo la información recolectada, lo que permitió un análisis detallado y asegurando la consistencia de los datos.

#### ***Recolección de datos***

Con el fin de conocer qué impacto tienen el uso de las redes sociales en el proceso de enseñanza-aprendizaje a nivel superior se considera el Instituto Tecnológico Superior de Hopolchén, cuya institución actualmente es la opción más cercana de estudios de nivel superior al municipio de Hopolchén en el estado de Campeche.

En dicha institución se ofertan la licenciatura en administración, la licenciatura en ingeniería en innovación agrícola y la licenciatura en ingeniería en sistemas computacionales.

Se realizó un muestreo al azar simple tomando como universo de la muestra los grupos de octavo semestre, apreciando que son los estudiantes que han tenido una estancia más larga en la institución y un proceso de enseñanza-aprendizaje más enriquecido. Todos los sujetos de investigación tuvieron la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

La encuesta fue enviada vía correo electrónico a los estudiantes que formaron parte de la muestra, recibiendo un total de 40 respuestas.

#### ***Análisis e interpretación de los resultados***

Las redes sociales usadas por excelencia, con personas que involucran el entorno académico de los encuestados fueron Facebook y Twitter, es importante recalcar que no se refiere específicamente a la cuenta de la institución, sino a cualquier administrativo, docente, y/o compañero. La gráfica 1 muestra los resultados obtenidos.

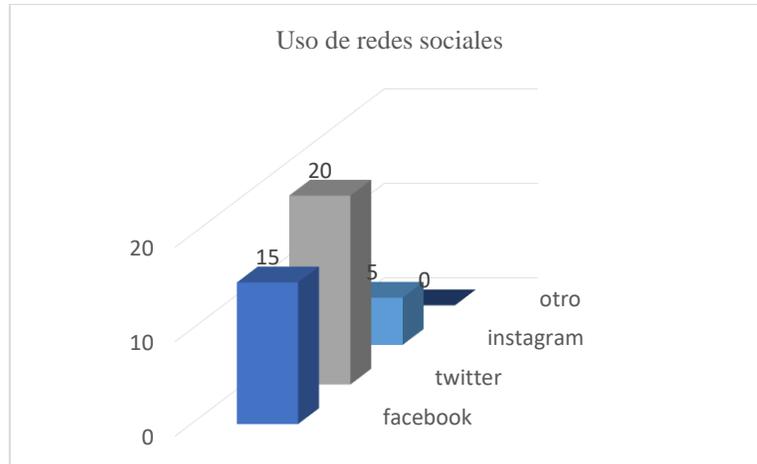


Gráfico 1. Uso de redes sociales.

Otro indicador clave en el estudio, fue el tiempo aproximado (con actividad) que los encuestados pasan o invierten al día en el uso de las redes sociales. La gráfica 2 muestra la frecuencia en minutos aproximados (netos) que los encuestados usan las redes sociales.



Gráfico 2. Tiempo de uso de redes sociales.

Los dispositivos para tener acceso a las redes sociales impactan, en muchos casos, en el tiempo que las personas usan las redes sociales, según los resultados del estudio el 100% de los encuestados usa como medio más común los teléfonos celulares.

Como se indicó los encuestados fueron obtenidos al azar, sin embargo, se añade a la encuesta una pregunta referente a la licenciatura que cursa, para tener un panorama si el estudio recayó sobre una muestra que adopte las tecnologías con mayor facilidad por su área disciplinaria. La gráfica 3 muestra la cantidad de encuestados por licenciatura cursada.

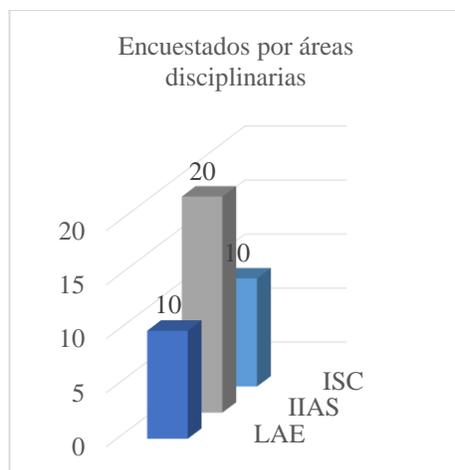


Gráfico 3. Encuestados por licenciaturas (áreas disciplinarias).

Específicamente al preguntar a los encuestados si han usado por lo menos en una ocasión las redes sociales como herramienta en su aprendizaje, el 100% afirma que sí. Para una mejor percepción se les preguntó el enfoque en el cual se ha usado. La gráfica 4 muestra el resultado del uso de las redes sociales en los diferentes enfoques presentados.

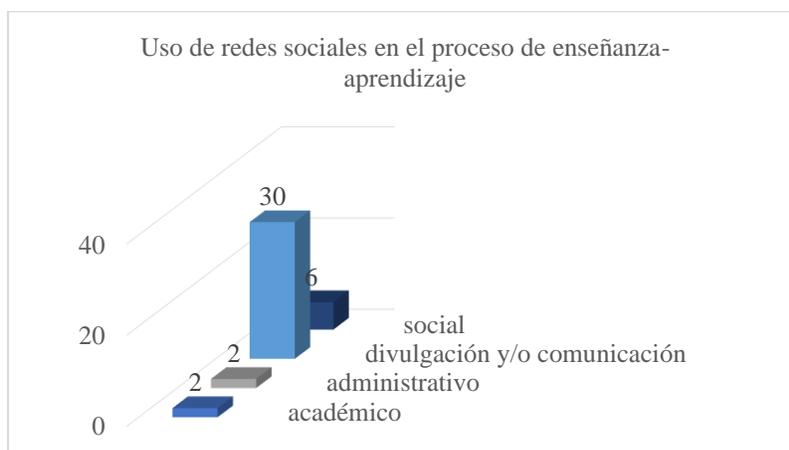


Gráfico 4. Uso de redes sociales en el aprendizaje detallando su enfoque.

Otros hallazgos importantes de la aplicación del instrumento de recolección en la investigación son: El Whatapps se utiliza por el 100% de los encuestados como medio de comunicación y de envío/recepción de archivos. Entre otras tecnologías que utilizan los encuestados para compartir documentos se encuentra Dropbox y Google drive, YouTube y Vimeo como plataforma para compartir video y, otras aplicaciones web mencionadas en menor proporción para el diseño de mapas mentales, conceptuales, infograffias son el Cmaptools y Canva.

El 100% de los encuestados está completamente de acuerdo en que las redes sociales pueden ser una herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudios de nivel superior.

Finalmente, la gráfica 5 se muestra la retroalimentación del instrumento de recolección de datos diseñado, donde 10 encuestados lo consideraron ágil, otros 10 como claro, seguido de 15 como un instrumento apropiado, y 5 como confuso.

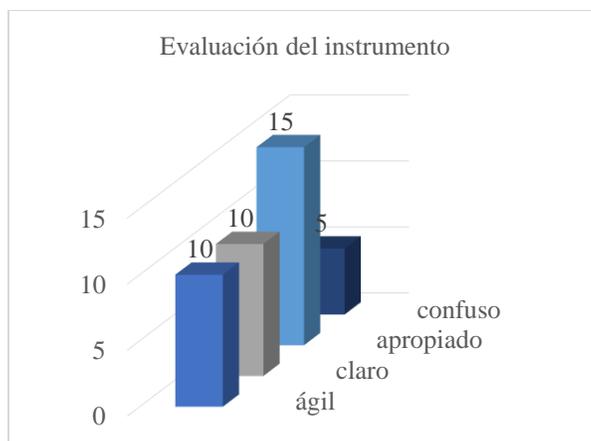


Gráfico 5. Retroalimentación del instrumento.

### Comentarios Finales

Con los resultados obtenidos y del análisis de éstos, se puede afirmar que las redes sociales son un medio por excelencia para establecer contacto con otras personas, es una herramienta que les permite a los estudiantes compartir información, es un espacio donde se puede crear un grupo donde se pueda dar un tipo de opinión sobre cualquier tema de importancia y así reforzar los conocimientos adquiridos en el aula, y esto es posible ya que hoy en día cualquier persona cuenta con algún dispositivo para poder acceder a internet, además los estudiantes pasan más tiempo en sus redes sociales y eso les facilita la obtención de cualquier tipo de información para su formación.

Las redes sociales que más utilizan los estudiantes son el Facebook y Twitter, no cabe duda, que es posible usarlas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero deberá estar alineada a algún modelo educativo y una estrategia de aprendizaje bien definida, sin lugar a dudas, usarlo con un enfoque que sea capaz de persuadir el uso irresponsable y desmedido que pudiera darse. El uso de Tecnologías Emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje también se ve impactado por las competencias de los docentes y de toda la institución.

### Referencias Bibliográficas

- Isla C & Carranza M. (2019). Uso de las redes sociales como estrategias de aprendizaje. ¿Transformación educativa? abril 10, 2019, de Apertura, Revista de innovación educativa Sitio web: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/198/213>
- Chávez I & Gutiérrez M. (2015). Redes sociales como facilitadoras del aprendizaje de ciencias exactas en la educación superior. abril 10, 2019, de Apertura, Revista de innovación educativa Sitio web: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/698/469>
- Chunga G. (2016) Uso académico de las redes sociales: análisis comparativo entre estudiantes y profesorado de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (tesis doctoral). Universidad de Málaga (RIUMA)
- Fong M. (2015) El uso de las redes sociales en el aprendizaje (tesis maestría). Universidad Casa Grande, Guayaquil
- Rodríguez M. & Fernández J. (abril 2017). Uso del recurso de contenido en el aprendizaje en línea: YouTube. Apertura, volumen 9, p. 22-31.
- Fajardo E. (2016). LAS REDES SOCIALES COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Signos, 37, p. 9-18.
- Meso K. & Pérez J. & Mendiguren T. (2011) La implementación de las redes sociales en la enseñanza superior universitaria. Tejuelo, n°12, p. 137-155

# OPINIÓN DE HOMBRES Y MUJERES ANTE LA DESPENALIZACIÓN DEL ABORTO. ANÁLISIS DE CASO: SEYBAPLAYA, CAMPECHE

Br. Yasmin del Carmen Hernández Durán<sup>1</sup> y Mtro. Martín Alberto Sosa Zumárraga<sup>2</sup>

**Resumen**— El aborto en México siempre resulta ser un tema demasiado polémico debido a la confrontación de muchas de las creencias arraigadas dentro de diversos contextos sociales, religiosos y familiares. La decisión voluntaria de la interrupción del embarazo muchas veces tiene diversas connotaciones en la mujer o en la pareja que se relacionan muchas veces con los proyectos de vida; las condiciones económicas, por agresiones sufridas a consecuencia de una violación o por elección propia.

La construcción de la identidad, las tradiciones y valores son elementos preestablecidos por una sociedad que muchas veces hacen tomar una decisión verdaderamente crítico. Este trabajo de investigación tiene como fin el analizar la conciencia de quienes normalmente participan en la decisión; igualmente identificar cual es la opinión que tienen hombres y mujeres respecto a la despenalización del aborto y como los valores se imponen ante ellos.

**Palabras clave**— Despenalización, Aborto, Género, Derechos, Valores, Religión

## Introducción

El termino aborto tiene su origen en la palabra latina *abortus* y en el idioma español tiene cuatro significados: 1) acción de abortar; 2) interrupción del embarazo por causas naturales o deliberadamente provocadas que pueden constituir un delito; 3) ser o cosa abortada; y 4) engendro, monstruo (Pacora, 2014).

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) define el aborto como *la interrupción del embarazo cuando el feto todavía no es viable* fuera del vientre; es decir, es la muerte y expulsión del feto estando actualmente entorno a las 22 semanas de gestación (Ganatra, Tunçalp, Bart, Johnson, Metin & Temmerman, 2014).

Con esta investigación queremos dar a conocer las opiniones que tiene los hombres y las mujeres ante la despenalización del aborto, identificando los aspectos de religión, derechos y estigma que interfieren en cada una de las personas para dar una determinada opinión. Históricamente, el debate en torno al tema de la legalización del aborto voluntario se ha centrado en una dicotomía falsa, más generalizada, de clasificar en dos grupos a los que supuestamente están “a favor” y los que supuestamente están “en contra” de la legalización del aborto. Así pensamos que estar “a favor” significa promover una práctica determinada, mientras que estar “en contra” significa disminuir o al menos intentar disminuir dicha práctica y sus efectos deletéreos.

Partiendo de esta base, al tema de la despenalización de la interrupción voluntaria del embarazo (IVE), debemos caracterizar qué es estar a favor y qué es estar en contra del aborto voluntario (Briozzo, 2013).

## Descripción del problema de estudio

El panorama de la legislación de aborto en México en 2005, se caracterizaba porque en ninguna de las 32 entidades federativas se prohibía totalmente e igualmente en ninguna se permitía sin restricciones. En todas las entidades está permitido bajo ciertas condiciones, por ejemplo, cuando el embarazo es resultado de una violación (Guillaume y Lerner 2007 en Freyermuth y Troncoso, 2008).

Por lo que con una iniciativa de Ley sin aprobar en el Congreso del Estado de Campeche, el tema del aborto mantiene opiniones encontradas, en la que se contraponen conceptos en materia de religión, derechos humanos y derecho a la vida. Mismo tema que tiene que ver con la sociedad y su participación a través de las diferentes opiniones que éstos mismos tienen; puesto que sigue siendo un tema de debate y poniendo así en duda si las personas en el estado de Campeche están realmente preparadas para aceptar sin ningún tipo de oposición la despenalización del mismo.

La aceptación de que toda persona tiene el derecho a decidir libre y responsablemente el número de hijos que quiere tener fue un triunfo frente a posiciones que afirmaban que debería ser la pareja, hombre y mujer, quienes de común acuerdo debían decidir el número de hijos y los métodos para planificar su familia.

### *Justificación y viabilidad del estudio.*

La importancia de estudiar el tema del aborto se manifiesta en dos ámbitos distintos. Por una parte se entenderá que el aborto por sus complicaciones, puede ser tratado como un problema de salud pública y por otra se debe entender

<sup>1</sup> Yazmín del Carmen Hernández Durán, es estudiante de la Licenciatura en Psicología de la Universidad Autónoma de Campeche, San Francisco de Campeche. Correo electrónico: [yasmincduran09@gmail.com](mailto:yasmincduran09@gmail.com) (autor corresponsal).

<sup>2</sup> Martín Alberto Sosa Zumárraga es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Campeche y estudiante de la Maestría en Ciencias, San Francisco de Campeche. [marasosa@uacam.mx](mailto:marasosa@uacam.mx)

como un fenómeno social; ya que su práctica es socialmente aceptada o rechazada según los valores socioculturales y los principios morales de cada sociedad.

La relevancia del presente estudio lo constituye el tratar de entender cómo una mujer en un contexto socialmente establecido y con unas características particulares, condiciones y circunstancias específicos, va configurando su capacidad de agenciar una estrategia que le permite poner fin a su embarazo de acuerdo a esas mismas particularidades, pero también para saber cuál es la postura del hombre ante ésta decisión.

### **La despenalización del aborto, objeto de estudio**

El presente trabajo enmarca el fenómeno del aborto dentro de un contexto vinculado a las actitudes que tienen ambos como pareja. Entender que el aborto y la búsqueda de estrategias por parte de las mujeres para acceder a él, nos permitirá a su vez saber cuáles son las razones que las motivan a tomar ésta decisión.

El debate más largo de todo ello se ha centrado en el aborto y su necesidad de despenalizarlo o legalizarlo a fin de eliminar las condiciones del riesgo causantes de alta mortalidad materna.

De igual forma se ha verificado cuáles son las opiniones que tienen los hombres y las mujeres ante la despenalización del aborto en el puerto de Seybaplaya para que se pueda aprobar la legalización del aborto en su conjunto a la de los derechos con los que cuentan las mujeres campechanas y saber qué factores son los que intervienen para que éstas mismas tomen la decisión de someterse o no a la práctica de un aborto.

Por lo que se considera factible y viable este proyecto, ya que se cuenta con los recursos suficientes y necesarios para lograr los objetivos empleados; pues la población y muestra en donde se realizará el estudio es la ya mencionada villa por lo que no se requiere de invertir en recursos económicos y por lo contrario se invertirá en la operación para lograr capturar todos los datos posibles y en lo técnico para poder investigar de manera simple todo lo que se pretenda.

Los estudios sobre el aborto, han estado centrados esencialmente en las mujeres, en tanto son consideradas como las principales protagonistas en el complejo proceso que las lleva a la decisión voluntaria de interrumpir el embarazo: las mujeres quienes se embarazan y abortan; son quienes reciben casi exclusivamente las sanciones estipuladas por la legislación vigente; quienes son estigmatizadas por la sociedad y quienes mayoritariamente no tienen el derecho a decidir libremente sobre su propia reproducción y a ejercer la sexualidad libre de riesgos e imposiciones.

Adebayo (1990 en Pantelides, 2008) afirmaba que las actitudes de los hombres frente al aborto habían sido investigadas menos frecuentemente que de las de las mujeres y lo atribuía a que ellas son las “consumidoras” directas de los servicios de aborto; que se espera que ellas se protejan de embarazos no deseados y a que son quienes experimentan la mayor parte de la carga del parto y del cuidado de los hijos. Sin embargo, dice este autor, las perspectivas de los hombres deben ser indagadas porque ellos tienen los roles predominantes en política y en el diseño de las leyes, y porque son los principales proveedores de servicios de aborto, además de que el embarazo los involucra también.

Su situación de ilegalidad o bien la despenalización del mismo, han dado origen a debates múltiples e intensos, a controversias nacionales e internacionales entre diversos actores sociales, como son los grupos religiosos, laicos, los médicos, los juristas, los políticos, los movimientos de mujeres y los representantes de la sociedad en general.

De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Alan Gützmacher, para fines de la década del siglo XX, el 25% de las mujeres vivía en países en los cuales el aborto es permitido solamente para salvar la vida de las mujeres o es prohibido totalmente; 10% residía en países donde el aborto es autorizado para proteger la salud física de la mujer o su vida, y otro 4% donde se permite por estas razones y para proteger su salud mental. El restante 61% de las mujeres vivía bajo legislaciones más liberales: 20% en países que permiten el aborto por razones socioeconómicas, además de las anteriormente mencionadas, y el 41% en aquéllos donde las mujeres pueden obtener un aborto sin tener que dar una razón en particular (Lerner, 2007 en Freyermuth & Troncoso, 2008).

De acuerdo con Lerner (2007, en Freyermuth y Troncoso, 2008) América Latina y el Caribe se caracterizan por tener un marco legal del aborto muy restrictivo. En 2003, el panorama de las situaciones bajo las cuales se autorizó el aborto en los 41 países de la región es el siguiente: ocho países sin restricciones (tres de los cuales pertenecen a las Antillas francesa y dos a departamentos de ultramar de Francia), nueve en caso de violación, nueve por malformación del feto, dos por razones económicas y sociales, 17 para proteger la salud física o mental de la mujer. El aborto es autorizado para salvar la vida de la mujer en 27 países, de los cuales 10 la consideran como la única causa y en seis países es totalmente prohibido.

El panorama de la legislación de aborto en México en 2005, se caracterizaba porque en ninguna de las 32 entidades federativas se prohibía totalmente; e igualmente en ninguna se permitía sin restricciones. En todas las entidades está permitido bajo ciertas condiciones; por ejemplo, cuando el embarazo es resultado de una violación (Guillaume y Lerner 2007 en Freyermuth y Troncoso, 2008).

Históricamente, el debate en torno al tema de la legalización del aborto voluntario se ha centrado en una dicotomía falsa, más generalizada, de clasificar en dos grupos a los que supuestamente están “a favor” y los que supuestamente están “en contra” de la legalización del aborto. Así pensamos que estar “a favor” significa promover una práctica

determinada, mientras que estar “en contra” significa disminuir o al menos intentar disminuir dicha práctica y sus efectos deletéreos. Partiendo de esta base, al tema de la despenalización de la interrupción voluntaria del embarazo (IVE), debemos caracterizar qué es estar a favor y qué es estar en contra del aborto voluntario (Briozzo, 2013).

La penalización del aborto viola, además, el ejercicio de los derechos humanos, en particular los derechos reproductivos y sexuales y los derechos de la salud, los derechos a la vida, a la integridad de la persona, a la no discriminación, a la autodeterminación reproductiva de las mujeres, reconocidos en los instrumentos y cuerdos internacionales, suscritos por los gobiernos de los distintos países de la región.

Finalmente, se ha constatado, que la penalización del aborto no reduce su práctica, en cambio sí conlleva graves consecuencias económicas, de salud y de justicia social para las mujeres. En cambio, ante la despenalización del aborto, las opciones son asumir el embarazo y llevarlo a término, sin ninguna imposición, y ejerciendo sus derechos a la maternidad (Lerner, 2007 en Freyermuth y Troncoso, 2008).

Los Derechos Sexuales y Reproductivos como Derechos Humanos han recorrido un largo camino en ser reconocidos internacionalmente. Su avance ha sido de gran magnitud que los Derechos tanto Sexuales como Reproductivos son ahora tomados como referencia en temas de planificación familiar.

Como todo derecho Humano, los derechos sexuales y reproductivos parten de características fundamentales del ser humano, las cuales se relacionan como una dimensión estructural y tienen que ver con su libertad y la capacidad de decidir, de disfrutar, y sentir placer, así como de vivir la sexualidad acorde a los deseos, gustos y preferencias sexuales. Son derechos humanos, enriquecidos como demandas y propuestas de movimientos sociales, con el reconocimiento de necesidades de diversos contextos demográficos y con el avance científico (Salazar, 2007).

El estigma asociado al aborto se expresa en el clima sociocultural negativo en torno al tema y en el silenciamiento de esa práctica, tanto por parte de las mujeres que la atraviesan, como de los profesionales que la brindan. El sociólogo Erving Goffman (en Ramos, 2015), definió el estigma como un atributo de descrédito, ligado a características negativas que desafían las expectativas sociales y devalúan al sujeto, basada en los estereotipos culturales que existen en toda sociedad y recae sobre los sujetos que se desvían de las normas y expectativas culturales dominantes.

Existen distintos niveles de expresión del estigma: percibido, experimentado e internalizado. El estigma es *percibido*, cuando el individuo es consciente de las valoraciones negativas de los otros hacia él/ella. El estigma es *experimentado*, cuando la persona vivencia de manera directa la reacción negativa su entorno en forma de prejuicio y discriminación. Y el estigma es *internalizado*, cuando una persona acepta e incorpora subjetivamente la valoración cultural negativa de los rasgos que lo distinguen (Goffman, 2003 en Ramos, 2015).

El estigma se plantea en los diferentes niveles de la interacción humana: entre los individuos, en las comunidades, las instituciones, las estructuras de gobierno y en los discursos. Kumar, Hessini & Mitchell (en Ramos, 2015) desarrollaron una clasificación de los campos de acción del estigma asociado al aborto. La cual incluye:

- La cultura masiva y la opinión pública. El discurso dominante plantea el aborto como un evento deseable. Esto se refleja claramente en el lenguaje como fuertes connotaciones negativas.
- Nivel estructural/gobierno. Las leyes que regulan, limitan, prohíben o criminalizan el aborto crean, refuerzan y reproducen el estigma.
- Nivel institucional/organizacional. Las lógicas institucionales de los servicios de salud que excluyen o separan la prestación de abortos de otros servicios, o las currículas universitarias que excluyen la formación profesional sobre el aborto también son creadoras de estigma.
- Nivel de la comunidad. El miedo al rechazo o a la condena por parte de la comunidad de pertenencia funcionan para que muchas mujeres aborten en soledad, sin animarse a buscar apoyo en su entorno.
- Nivel Individual. Se refiere al impacto del estigma a nivel psicológico y emocional de la mujer que interrumpe un embarazo. Pueden expresarse en sentimientos de malestar, vergüenza y culpa. Las mujeres que se sienten manchadas, avergonzadas y moralmente cuestionadas son más vulnerables a sufrir estrés psicológico luego de un aborto.

*Los Hombres frente el aborto.*- En la última década, la responsabilidad de los hombres en el ámbito de la sexualidad y la reproducción se han colocado en primer plano en el debate nacional e internacional. En la Conferencia Internacional sobre Población y Desarrollo, realizada en 1994, en el Cairo, se enfatizó la necesidad de impulsar la participación responsable de los hombres en todas las áreas de la salud sexual y reproductiva. Ante esto se consideran dos aspectos centrales: 1) la forma en que los hombres aceptan y brindan su apoyo a las necesidades, elecciones y derechos en salud reproductiva de sus compañeras, y 2) el comportamiento sexual y reproductivo propio de los hombres (Guevara, 2005).

Los estudios sobre el aborto, han estado centrados esencialmente en las mujeres, en tanto son consideradas como las principales protagonistas en el complejo proceso que las lleva a la decisión voluntaria de interrumpir el embarazo: las mujeres quienes se embarazan y abortan; son quienes reciben casi exclusivamente las sanciones estipuladas por la legislación vigente; quienes son estigmatizadas por la sociedad y quienes mayoritariamente no tienen el derecho a decidir libremente sobre su propia reproducción y a ejercer la sexualidad libre de riesgos e imposiciones.

Adebayo (1990 en Pantelides, 2008) afirmaba que las actitudes de los hombres frente al aborto habían sido investigadas menos frecuentemente que de las de las mujeres y lo atribuía a que ellas son las “consumidoras” directas de los servicios de aborto, a que se espera que ellas se protejan de embarazos no deseados y a que son quienes experimentan la mayor parte de la carga del parto y del cuidado de los hijos. Sin embargo, dice este autor, las perspectivas de los hombres deben ser indagadas porque ellos tienen los roles predominantes en política y en el diseño de las leyes, y porque son los principales proveedores de servicios de aborto, además de que el embarazo los involucra también.

*La postura de la iglesia.*- La iglesia católica es una institución fuertemente patriarcal, incluso en el sentido más literal opina que el cuerpo y la sexualidad de las mujeres, desde una cosmovisión, no pertenece a ellas mismas, no deben hacerse un uso autónomo y placentero de ellos. Por el contrario, son, en el mejor de los casos, un instrumento para la transmisión de la línea paterna, siempre dentro del matrimonio, y, en el peor de ellos, una fuente de tentación y pecado para el uso y disfrute de los varones.

Se trata, en última instancia, de un intento de imponer un estricto control sobre el cuerpo y la vida de las mujeres. Donde en este sentido, el aborto, además de tragedia moral, causante del invierno demográfico y manifestación de una “cultura de la muerte” que supuestamente caracteriza a las sociedades no religiosas, es también culpable del “problema de la familia”.

La sobredimensión de los vínculos sanguíneos explica la concepción reduccionista de la idea de la familia, compuesta únicamente por un padre, una madre y muchos (cuantos más, mejor) hijos e hijas, además de las respectivas familias de las dos personas adultas. Así, esta cosmovisión del mundo considera a la IVE un ataque directo a “la familia” (Gaelx, 2012).

### Descripción del Método

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo; con la finalidad de recolectar las opiniones que tienen hombres y mujeres ante la despenalización del aborto, utilizamos un diseño no experimental, transversal. Se evaluaron las dimensiones de religiosidad, derechos y estigma. La muestra fue no probabilística por cuota conformada por 200 personas, en donde 100 eran hombres y 100 eran mujeres con edades de entre 16 hasta los 63 años en el municipio de Seybaplaya, Campeche.

Se aplicó como instrumento un cuestionario basado en 19 ítems en el que se recoge la opinión de hombres y mujeres sobre la despenalización del aborto y que evalúa las dimensiones mencionadas anteriormente; al analizar la confiabilidad en su aplicación de esta herramienta con alfa de Crombach se obtuvo una puntuación de .740. Los resultados fueron procesados mediante el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 23; y fueron analizadas las frecuencias con respecto a la opinión por factores, la comparación de medias y la comparación de medias de hombres y mujeres respecto a preguntas clave.

### Resultados

Tabla 1  
*Distribución de frecuencia y porcentaje de opiniones sobre el aborto*

Opinión	Factor					
	Religiosidad		Derecho		Estigma	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Negativa	30	15	45	22.5	13	6.5
Neutra	118	59	125	62.5	151	75.5
Positiva	52	26	30	15	36	18

La tabla 1 muestra los resultados sobre la distribución de frecuencias respecto a la opinión que tienen hombres y mujeres acerca del aborto en los diferentes factores, donde se observa que en el factor Religiosidad el 59% de las personas se encuentran en una opinión neutra, seguida con un 26% de opinión positiva y finalmente solo un 15% tienen una opinión negativa. Por consiguiente otro factor importante es el de Derecho, donde un 62.5% de las personas se encuentran bajo una opinión neutra, el 22.5% cuenta con una opinión negativa y sólo el 15% en este factor tiene una opinión positiva. Como último factor se tiene el que corresponde al estigma donde los resultados arrojados fueron de un 75.5% con opinión neutra, el 18% con una opinión positiva y finalmente un 6.5% con opinión negativa.

Tabla 2  
*Comparación de medias de factores sobre el aborto con prueba t*

Factor	Género	Media	t	Sig. (bilateral)
--------	--------	-------	---	---------------------

Religiosidad	Masculino	13.6600	2.612	.010*
	Femenino	12.3300		
Derechos	Masculino	23.9200	.730	.466
	Femenino	23.2400		
Estigma	Masculino	23.3400	.754	.452
	Femenino	22.9000		

\*Dato estadísticamente significativo

La tabla 2 muestra los resultados sobre la prueba T de acuerdo a los diferentes factores, donde se aprecia que existe un valor de sig=.010 en el factor religiosidad, indicando que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres con respecto a la presencia de aspectos religiosos en su opinión sobre el aborto. No se encontraron diferencias significativas en los otros dos factores.

Tabla 3

*Comparación de medias de hombres y mujeres de preguntas clave sobre la opinión del aborto*

	Género	Media	t	Sig. (bilateral)
1. El aborto debe despenalizarse en el estado de Campeche	Masculino	2.43	-.053	.958
	Femenino	2.44		
6. El aborto es un pecado	Masculino	3.14	2.169	.031*
	Femenino	2.73		
8. Las mujeres que abortan son castigadas por Dios	Masculino	3.58	1.911	.057
	Femenino	3.25		
13. Las mujeres tienen acceso a un "aborto seguro"	Masculino	2.42	.059	.953
	Femenino	2.41		
16. La mujer que se embaraza y practica un aborto es por descuido	Masculino	3.46	-.055	.956
	Femenino	3.47		

\*Dato estadísticamente significativas

La tabla 3 muestra la comparación de medias de hombres y mujeres respecto a preguntas clave sobre su opinión acerca del aborto. Se observa que existen diferencias significativas en la pregunta 6 "El aborto es un pecado" ( $p < 0.05$ ), siendo los hombres quienes obtuvieron una media más alta, indicando que ellos son quienes tienen una opinión más negativa sobre el aborto en comparación a las mujeres. No se encontraron diferencias significativas en otras preguntas clave.

### Discusión

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron después de la aplicación de la herramienta, nos pudimos dar cuenta que las opiniones que tienen hombres y mujeres frente a la despenalización del aborto son distintas; se nos muestra que los hombres son quienes en su gran mayoría tienen opiniones negativas al respecto, pues de acuerdo con Feliciano (2012) dice que los hombres son quienes poseen nociones y decisiones tradicionalmente manejados sobre el cuerpo femenino y la maternidad; mientras que por otro lado podemos ver que las mujeres mantiene una posición neutral ante la despenalización del aborto; ya que para ellas la discusión se basa en derechos como privacidad, decidir sobre su propio cuerpo, el libre desarrollo personal, la sexualidad y su reproducción (Lariguet, 2009).

### Conclusión

Con base en la investigación realizada y resultados obtenidos se puede concluir que la opinión que tienen los hombres y las mujeres del poblado de Seybaplaya ante la despenalización del aborto sigue siendo neutral; puesto que para ambos géneros continúan siendo de vital importancia sus creencias religiosas, así como el estigma que se tiene ante ello; pero también tomando en cuenta los derechos que poseen como personas, determinando así que sus opiniones no están a favor ni en contra.

### Referencias

- Báez, M. (2007). La Igualdad de Género. En García, M. (2007). Derechos Humanos de las Mujeres. Instituto Nacional de las mujeres. 9.
- Bernal, R. (2013). El aborto: La bioética como principio de la vida. Departamento de enfermería.
- Bouquet, R. (2011). Aborto espontáneo. LIBERABIT. 1-2.

- Briozzo, L. (2013). La despenalización del aborto como estrategia hacia una práctica segura, accesible e infrecuente. *Revista Médica Uruguaya*. 2 (29). 114.
- Carpizo, J., & Valadés, D. (2008). Derechos Humanos, aborto y eutanasia. Instituto de Investigación Jurídica. México, D.F.
- Cárdenas, A. (2007). Derechos Sexuales y Reproductivos. En García, M. (2007). Derechos Humanos de las Mujeres. Instituto Nacional de las mujeres. 15.
- Cockrill, K. (2013). "I'm not that type of person": Managing the Stigma of Having an Abortion. En Ramos, S. (2015). Investigación sobre aborto en América Latina y el Caribe. *Consortio Latinoamericano Contra el Aborto Inseguro*. 174-175.
- Coronado, R., Álvarez, A., Yero, M., & Matos, O. (2006). Aborto séptico: Síndrome de Mondor. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 4 (35). 1-2.
- Feliciano, O. (2014). Hombres y Aborto: Autonomía, Cooperación y Solidaridad. Animal Político.
- Figuroa, J. (1998). "Algunos elementos para interpretar la presencia de los varones en los procesos de salud reproductiva". *Cuadernos de Salud Pública*. 14. 87-96.
- Figuroa, J & Sánchez, V. (2000). "La presencia de los varones en el discurso y en la práctica del aborto". *Papeles de Población*. 6 (25). 59-82.
- Fonseca, M. (2007). Derecho a la Salud. En García, M. (2007). Derechos Humanos de las Mujeres. Instituto Nacional de las mujeres. 13.
- Gaelx, L (2012). Iglesia católica y derecho al aborto: de pecado a delito. *Feminismos sol*. 50.
- Galdos, S. (2013). La Conferencia de El Cairo y la Afirmación de los Derechos Sexuales y Reproductivos, como base para la salud sexual y reproductiva. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 3 (30). 455-457.
- Ganatra, B., Tunçalp, Ö., Bart, H., Johnson, B., Metin, A, & Temmerman, M. (2014) From concept o measurement: Operationalizing WHO's definition of unsafe abortion. *Bulletin of the World Health Organization*.
- Goffman, E. (2003). Estigma. La identidad deteriorada. En Ramos, S. (2015). Investigación sobre aborto en América Latina y el Caribe. *Consortio Latinoamericano Contra el Aborto Inseguro*. 174-176
- González, I, Fuentealba, M., & Llancas, J. (2016). El aborto y la justicia Restaurativa. *Polis Revista Latinoamericana*. 15 (43). 4
- Guerrero, O. Interrupción del embarazo en Rubio, E. (2014). Lo que todo clínico debe saber de sexología. *Amsac asociación*. México, D.F. 237-251.
- Guevara, E. (2005). La corresponsabilidad ética de los varones frente al aborto. *Desacatos*. 17. 34.
- Guillaume, A & Lerner, S. (2007). El aborto en América Latina y El Caribe. Paris-México. En Freyermuth, G & Troncoso, E. (2008). El aborto: Acciones médicas y Estrategias sociales. Evidencias y experiencias en salud sexual y reproductiva mujeres y hombres en el siglo XXI. 1ed. 30.
- Hurst, J. (1998). La Historia de las Ideas Sobre el Aborto en la Iglesia Católica (lo que no fue contado). Católicas por el derecho a decidir. 4ª ed. México. D.F.
- Kumar, A., Hessini, L & Mitchell, E. (2009). Conceptualising abortion stigma. En Ramos, S. (2015). Investigación sobre aborto en América Latina y el Caribe. *Consortio Latinoamericano Contra el Aborto Inseguro*. 174-176.
- Lamas, M. (2009). La despenalización del aborto en México. *Revista Nueva Sociedad* 220. 156-166.
- Lamas, M (2012). Mujeres, aborto e Iglesia católica. *Revista de El Colegio de San Luis*. 3 (2). 43.
- Landesverband, W. (2013). Información Médica sobre el aborto o la interrupción voluntaria del embarazo pro familia. Pro-familia.
- Lariguet, G. (2009). La moralidad de aborto. Siglo XXI. México. 130
- Lerner, S. (2007). La legislación sobre el aborto: del derecho a la práctica. En Freyermuth, G & Troncoso, E. (2008). El aborto: Acciones médicas y Estrategias sociales. Evidencias y experiencias en salud sexual y reproductiva mujeres y hombres en el siglo XXI. 1ed. 29-30.
- Lernes, S & Guillaume, A (2008). La participación de los varones en la práctica del aborto. La construcción del conocimiento en América Latina. *Revista Latinoamericana de Población*. 1. 30.
- Menéndez, J. (2003). El manejo del aborto espontáneo y de sus complicaciones. *Gaceta Médica de México*. 1 (139). 4-5.
- Miyares, A. (2011). Derechos sexuales y reproductivos de las mujeres en América Latina. *Pensamiento Iberoamericano*. 9. 283-286.
- Molina, A. (2015). Perfil epidemiológico, evolución clínica, complicaciones y correlación histopatológica de pacientes que consultan en la unidad de emergencia del hospital nacional especializado de maternidad con diagnóstico de aborto. Universidad de el Salvador. 7.
- Montaña, S. (2000). Los derechos reproductivos de la mujer. *Estudios básicos de derechos humanos*. 18.
- Ochoa, M. (1998). El aborto: una discusión pública. *Revista de Estudios de Género. La ventana*. 8. 309-314.

- Peláez, J. (2008). Salud sexual y reproductiva de adolescentes y jóvenes: una mirada desde la óptica de los derechos humanos. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*. 2 (34). 2-4.
- Palomino, M. (2009). Que saben sobre el aborto inducido y que actitudes se evidencian en los adolescentes. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 31.
- Pacora, P. (2014). Aborto terapéutico: ¿realmente existe? *Acta Médica Peruana*. 4 (31).
- Pantelides, A. (2008). Los varones y su relación con el aborto. Revisión de la bibliografía y sugerencias para la investigación. *Revista Latinoamericana de Población*. 3 (2). 28.
- Pou, F. (2009). El aborto en México: el debate en la Suprema Corte sobre la normativa del Distrito Federal. *Anuario de Derechos Humanos*. 137-138.
- Rodríguez, A. (2011). Guía de atención del aborto. Secretaria Distrital de Salud de Bogotá. 8.
- Rodríguez, L. (2000). Los derechos sexuales y reproductivos en el marco de los derechos humanos. Fondo de Población de Naciones. 1-9.
- Salazar, M. (2007). Los Derechos Sexuales y Reproductivos de las Mujeres en México. *Orden Jurídico*. 1-3.
- Seidler, V. (2000). La sinrazón de los hombres. Masculinidades y teoría social. Paidós. México. En Viveros, M & Facundo, A. (2012). Sexualidad, Salud y Sociedad: El lugar de las masculinidades en la decisión del aborto. *Revista Latinoamericana*. 1 (12).
- Sinuhé, M & Villagrana, E. (2007). Aborto: Controversia entre el Estado laico y la iglesia. Polarización de ideologías. *El cotidiano*. 146 (22). 14-15.
- Viveros, M. (1999). "El aborto en Colombia: veinte años de debate en la prensa (1975-1994). *Cuadernos del CIDS*. 1. Viveros, M & Facundo, A. (2012). Sexualidad, Salud y Sociedad: El lugar de las masculinidades en la decisión del aborto. *Revista Latinoamericana*. 1 (12).
- Viveros, M & Facundo, A. (2012). Sexualidad, Salud y Sociedad: El lugar de las masculinidades en la decisión del aborto. *Revista Latinoamericana*. 1 (12).
- Zamberlin, N. Estigma y aborto. En Ramos, S. (2015). Investigación sobre aborto en América Latina y el Caribe. *Consortio Latinoamericano Contra el Aborto Inseguro*. 174-176.
- Atención médica del aborto: Consideraciones técnicas y normativas [en línea]. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/267951/AbortoMedicoWeb.pdf> [Consulta 18 de octubre de 2018].
- Código Penal del Estado de Campeche [En línea]. <http://legislacion.congresocam.gob.mx/index.php/leyes-focalizadas/anticorrupcion/6-codigo-penal-del-estado-de-campeche> [Consulta 19 de noviembre de 2018].

# CÁLCULO DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PARA DISTINTOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MÉXICO

Ing. Miguel Ángel Hernández Flores<sup>1</sup>, Dr. Guillermo Jarquin López<sup>2</sup>, Ing. Christian Emmanuel Corona Rico<sup>3</sup>, Dr. Georgiy Polupan<sup>4</sup>, M. en A.I. José Luis López Tello Plaza<sup>5</sup>

**Resumen**—La energía eléctrica es indispensable actualmente en la vida diaria, no obstante, en México, su generación se basa casi por completo en la quema de combustibles fósiles, lo cual conlleva a una gran emisión de gases contaminantes. El objetivo del presente trabajo es determinar la cantidad de gases contaminantes para distintos combustibles fósiles que se utilizan en México, así como determinar su reducción en los últimos años. Los resultados muestran que el carbón es la fuente de mayor contaminación, seguido por los gases comerciales (propano y butano) y al último, el gas natural. Finalmente, se demuestra que México se encuentra lejos de cumplir con el tratado de París.

**Palabras claves**— Combustión, Gas Natural, Carbón, Gases Efecto Invernadero, Generación Eléctrica.

## Introducción

La energía eléctrica es un factor trascendental para el desarrollo económico y social de cualquier nación en el mundo. A pesar de que las energías renovables están tomando auge en todo el mundo, todavía los combustibles fósiles son la fuente número uno para la generación de energía eléctrica.

La Agencia Internacional de la Energía declara que en el 2016 se generaron 320 353 GWh de energía eléctrica en México. De esta generación, 60% tiene como fuente de energía al gas natural, 11% al carbón y otro 11% a otros productos derivados del petróleo. Esto da como resultado a que el 82% de la generación eléctrica en México provenga de combustibles fósiles (Agencia Internacional de la Energía, 2018).

El gas natural puede encontrarse en los campos de gas o campos de petróleo. Su principal componente es el metano y en menores cantidades otros hidrocarburos ( $C_mH_n$ ) y gases incombustibles (Chispán Jacome, 2018).

El carbón es un mineral heterogéneo que está constituido principalmente por carbón, hidrogeno y oxígeno, con cantidades pequeñas de azufre, nitrógeno y cenizas. Se caracteriza por tener un poder calorífico pequeño a comparación de otros combustibles (Hachac Villaseca, 2018).

Los gases comerciales más comunes son el propano y el butano. Ambos son reducidos a partir de la refinación del petróleo y se caracterizan por tener poderes caloríficos altos. Debido a estas características su uso principal es de tipo doméstico e industrial (Chispán Jacome, 2018).

Con la ratificación del compromiso de México con el acuerdo de París en 2017 a reducir la emisión de gases de efecto invernadero un 25% en los próximos 5 años máximo (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2016), la presente investigación muestra, inicialmente, el poder calorífico inferior de varios combustibles sólidos y gaseosos. A continuación, se presentan los volúmenes de los gases de combustión de cada combustible por unidad de energía producida al ser quemados con el volumen mínimo de aire necesario. Finalmente, se calcula la emisión anual de gases de efecto invernadero (gases triatómicos) de cada combustible tomando en cuenta los datos de generación eléctrica de los 5 últimos años para comprobar si se está cumpliendo el objetivo de reducir estos gases un 25%.

<sup>1</sup> El Ing. Miguel Ángel Hernández Flores recibió el grado de Ingeniero en el Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán, migherflor@hotmail.com.

<sup>2</sup> El Dr. Guillermo Jarquin López obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Diseño Mecánico y el grado de Doctor en Ingeniería Mecánica. Actualmente es Profesor Investigador Titular C, definitivo y de tiempo completo en la SEPI ESIME Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional, gjarquin@ipn.mx.

<sup>3</sup> El Ing. Christian Emmanuel Corona Rico recibió el grado de Ingeniero en el Instituto Politécnico Nacional, ESIME Culhuacán, cristiancoronarico@hotmail.com.

<sup>4</sup> El Dr. Georgiy Polupan, recibió el grado de Maestro en Ciencias en Plantas Térmicas y el grado de Doctor en Física Térmica, gpolupan@ipn.mx

<sup>5</sup> El M. en A. I. José Luis López Tello Plaza, Ingeniero Químico Industrial del Instituto Politécnico Nacional, ESIQUE, Maestría en Administración Industrial en la Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, 30 años de experiencia en campo en Automatización de plantas Industriales, joseluiltello@hotmail.com.

## Descripción del Método

### Composición másica o volumétrica de los combustibles

La composición másica o volumétrica es importante en este análisis. Las composiciones de todos los combustibles presentados en esta investigación fueron proporcionadas por el personal de CFE que laboran en distintas plantas de generación eléctrica.

### Poder calorífico inferior de los combustibles

Para el cálculo del poder calorífico inferior de un combustible sólido es (Chispán Jacome, 2018):

$$PCI = 0.338C + 1.025H + 0.1085(O - S) - 0.025W \quad (1)$$

Donde:

$PCI$  = Poder calorífico inferior del combustible [ $MJ/kg$ ]

$C$  = Porcentaje de carbono en la composición del combustible. [%]

$S$  = Porcentaje de azufre en la composición del combustible. [%]

$H$  = Porcentaje de hidrógeno en la composición del combustible. [%]

$O$  = Porcentaje de oxígeno en la composición del combustible. [%]

$W$  = Porcentaje de humedad en la composición del combustible. [%]

Para el cálculo del poder calorífico inferior de un combustible gaseoso es (Chispán Jacome, 2018):

$$PCI = 0.358CH_4 + 0.638C_2H_6 + 0.913C_3H_8 + 1.187C_4H_{10} + 1.461C_5H_{12} \quad (2)$$

Donde:

$PCI$  = Poder calorífico inferior del combustible [ $MJ/m^3$ ]

$CH_4$  = Porcentaje de metano en la composición del combustible. [%]

$C_2H_6$  = Porcentaje de etano en la composición del combustible. [%]

$C_3H_8$  = Porcentaje de propano en la composición del combustible. [%]

$C_4H_{10}$  = Porcentaje de butano en la composición del combustible. [%]

$C_5H_{12}$  = Porcentaje de pentano en la composición del combustible. [%]

### Volúmenes de los gases de la combustión

Para el cálculo de los volúmenes de los gases de la combustión de combustibles sólidos se utilizaron las siguientes ecuaciones (Hernández Flores et al, 2018):

$$V^0 = 0.0889(C + 0.375S) + 0.265H - 0.033O \quad (3)$$

Donde:

$V^0$  = Volumen de aire por kilogramo de combustible. [ $m^3/kg$ ]

$$V_{RO_2} = 1.86 \left( \frac{C+0.375S}{100} \right) \quad (4)$$

Donde:

$V_{RO_2}$  = Volumen de los gases triatómicos en los gases de combustión por kilogramo de combustible. [ $m^3/kg$ ]

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + 0.8 \left( \frac{N}{100} \right) \quad (5)$$

Donde:

$V_{N_2}^0$  = Volumen del nitrógeno en los gases de la combustión por kilogramo de combustible. [ $m^3/kg$ ]

$N$  = Porcentaje de nitrógeno en la composición del combustible. [%]

$$V_{H_2O}^0 = 0.111H + 0.0124W + 0.0161V^0 \quad (6)$$

Donde:

$V_{H_2O}^0$  = Volumen del vapor de agua en los gases de la combustión por kilogramo de combustible. [ $m^3/kg$ ]

De igual forma se aplicaron las siguientes ecuaciones para los combustibles gaseosos (Hernández Flores et al, 2018):

$$V^0 = 0.0476[0.5CO + 0.5H_2 + 1.5H_2S + \sum(m + 0.25n)C_mH_n - O_2] \quad (7)$$

Donde:

$V^0$  = Volumen del aire por metro cúbico de combustible. [ $m^3/m^3$ ]

$CO$  = Porcentaje de monóxido de carbono en la composición del combustible. [%]

$H_2$  = Porcentaje de hidrógeno en la composición del combustible. [%]

$H_2S$  = Porcentaje de sulfuro de hidrógeno en la composición del combustible. [%]

$C_mH_n$  = Porcentaje del hidrocarburo con m átomos de carbono y n átomos de hidrógeno en la composición del combustible. [%]

$O_2$  = Porcentaje de oxígeno en la composición del combustible. [%]

$$V_{RO_2} = 0.01[CO_2 + CO + H_2S + \sum m(C_mH_n)] \quad (8)$$

Donde:

$V_{RO_2}$  = Volumen de los gases triatómicos en los gases de combustión por metro cúbico de combustible. [ $m^3/m^3$ ]

$CO_2$  = Porcentaje de dióxido de carbono en la composición del combustible. [%]

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + 0.01N_2 \quad (9)$$

Donde:

$V_{N_2}^0$  = Volumen del nitrógeno en los gases de la combustión por metro cúbico de combustible. [ $m^3/m^3$ ]

$N_2$  = Porcentaje de nitrógeno en la composición del combustible. [%]

$$V_{H_2O}^0 = 0.01[H_2S + H_2 + \sum 0.5n(C_mH_n) + 1.24] + 0.0161V^0 \quad (10)$$

Donde:

$V_{H_2O}^0$  = Volumen del vapor de agua en los gases de la combustión por metro cúbico de combustible. [ $m^3/m^3$ ].

El volumen total de los gases de la combustión para todos los combustibles es:

$$V_{gas} = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 \quad (11)$$

Donde:

$V_{gas}$  = Volumen de los gases de la combustión por unidad de combustible. [ $m^3/(m^3 \text{ o } kg)$ ]

*Volúmenes de los gases de la combustión por unidad de energía producida*

Para cualquier tipo de combustibles se tiene que:

$$V_{gas,E} = \frac{V_{gas}}{PCI} \quad (12)$$

Donde:

$V_{gas,E}$  = Volumen de los gases de la combustión por unidad de energía producida [ $m^3/MJ$ ].

### Resultados

El poder calorífico inferior (PCI) por unidad de combustible (kg o  $m^3$ ) para cada combustible se presenta en la Figura 1. El carbón tiene el PCI más bajo de todos los combustibles debido a que contiene cenizas, vapor de agua y azufre en su composición. El butano ( $C_4H_{10}$ ) tiene el PCI más alto debido a su alto número de átomos de carbono e hidrogeno en comparación con el propano ( $C_3H_8$ ) y el gas natural (principalmente  $CH_4$ ).

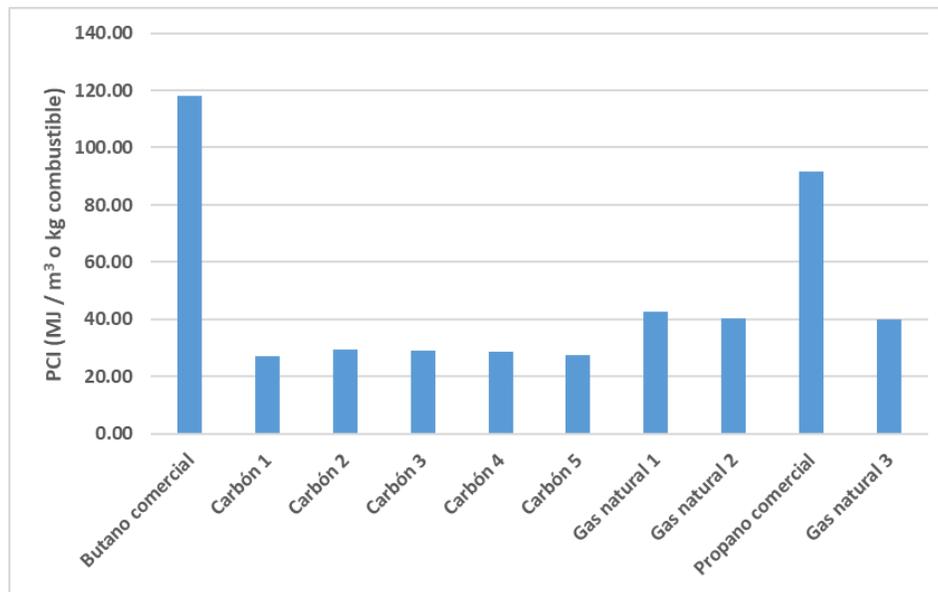


Figura 1. Poder Calorífico Inferior por unidad de combustible para cada tipo de combustible.

El volumen de los gases de combustión para cada combustible por unidad de energía liberada se muestra en la Figura 2. En el caso de los gases comerciales, debido a su alto PCI (como se muestra en la Figura 1), es necesario una menor cantidad de aire para liberar la misma cantidad de energía.

Aunque el volumen de los gases de combustión es similar para todos los combustibles, la distribución de los gases de combustión es diferente. En el caso del carbón, se tiene una mayor cantidad de gases contaminantes que los demás combustibles. El gas natural es el combustible que genera la menor cantidad de gases contaminantes, pero la mayor de vapor de agua. Finalmente, los gases comerciales tienen una distribución más uniforme de gases contaminantes y vapor de agua.

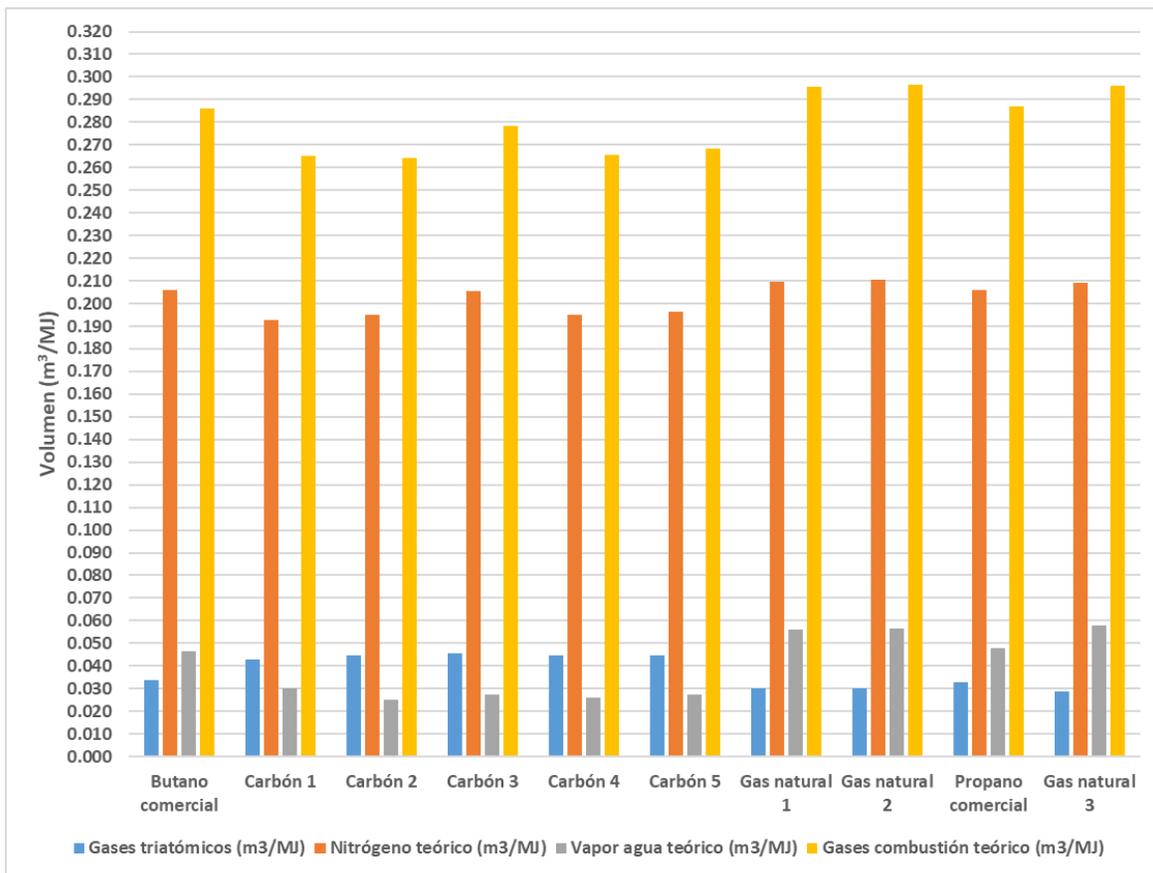


Figura 2. Volumen de los gases de combustión por unidad de energía producida para cada combustible.

La generación anual de energía eléctrica por las termoeléctricas en México de los últimos 5 años disponibles obtenida de (SENER, 2018) permite calcular la emisión anual de gases contaminantes. La figura 3 muestra dicha emisión para cada combustible. Se puede notar que el carbón emite la mayor cantidad de gases debido a su relativo alto contenido de azufre. Los gases comerciales (butano y propano) generan una mayor cantidad que el gas natural debido a su mayor número de átomos de carbono en su composición.

Asimismo, se puede notar una leve disminución de gases contaminantes a partir del 2016, la cual es efecto del compromiso de México con el acuerdo de Paris, no obstante, la disminución del 2017 con respecto al 2016 es de 1.6%.

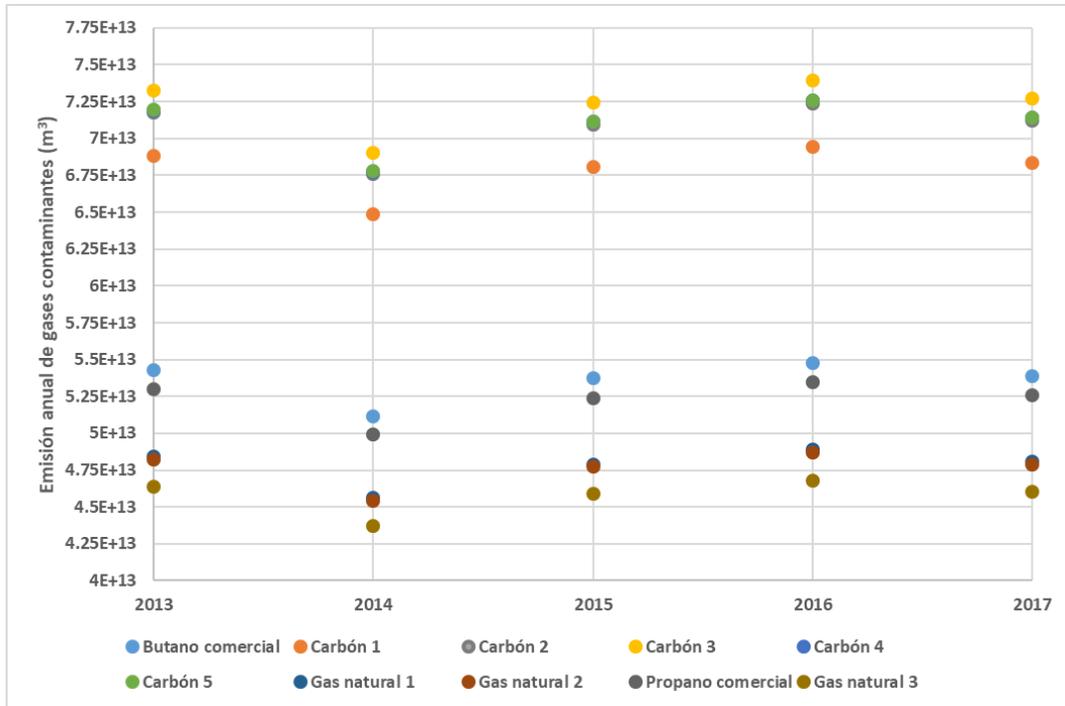


Figura 3. Emisión anual de gases contaminantes para cada combustible.

### Conclusiones

La magnitud del poder calorífico inferior de un combustible depende principalmente del número de átomos de carbono y de hidrógeno en su composición.

El volumen de gases de combustión es similar para todos los combustibles, no así la distribución de los gases. En el caso del carbón, se tiene una mayor cantidad de gases contaminantes y menor de vapor de agua si es comparado con el gas natural, por ejemplo.

Debido a su composición, el carbón es el combustible más contaminante de los combustibles debido a su relativo alto contenido de azufre. Los gases comerciales (butano y propano) contaminan más que el gas natural debido a su mayor número de átomos de carbono. Esto es una explicación para el alto porcentaje de la generación de electricidad a partir de la combustión de gas natural.

México debe ejecutar un plan más eficiente al actual para cumplir con el objetivo de reducir la emisión de gases contaminantes un 25% en los próximos 4 años como lo establece el tratado de Paris. Una opción es aumentar el uso de energías renovables para la generación de energía eléctrica.

### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo brindado por el CONACYT, a la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional de México y al personal que labora en las plantas de generación eléctrica de CFE.

## Referencias

Agencia Internacional de la Energía (2018) [Online]. Disponible: <https://www.iea.org/statistics/>

Chispán Jacome, R. (2018). "Formación de contaminantes en proceso de combustión en generadores de vapor de Unidades 2 y 3 de 150 MW de la PTE "Valle de México"" (Tesis). México.

Hachac Villaseca, M.T. (2018). "Análisis de formación de contaminantes en proceso de operación de G.V. de la Unidad #4 de la Planta Termoeléctrica del "Valle de México" (Tesis)". México.

Hernández Flores, M.A., Corona Rico, C.E., Jarquin López, G. y Polupan G. (2018). "Estudio comparativo de la combustión de combustibles fósiles y bioetanol". Congreso Nacional de Mecatrónica, Tecnologías de la Información, Energías Renovables e Innovación Agrícola. Revista No. 5. ISSN2395-8510.

Instituto Mexicano para la Competitividad (2016). "México ratifica el Acuerdo de París sobre el cambio climático" [Online]. Disponible: [https://imco.org.mx/medio\\_ambiente/mexico-ratifica-el-acuerdo-de-paris-sobre-el-cambio-climatico/](https://imco.org.mx/medio_ambiente/mexico-ratifica-el-acuerdo-de-paris-sobre-el-cambio-climatico/)

Secretaría de Energía (2018) [Online]. Disponible: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>

# DISEÑO DE UN SENSOR VIRTUAL PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS EN UNA TUBERÍA HIDRÁULICA

Omar Hernández González<sup>1</sup>, Luis Fernando Cortés Romero<sup>2</sup>, Ali Pérez Gómez<sup>3</sup>,  
María Eusebia Guerrero Sánchez<sup>4</sup>.

**Resumen**—En este trabajo se presenta el diseño de un sensor virtual utilizado para detectar una fuga en un sistema de tuberías hidráulicas, este sensor se basa en un algoritmo de estimación capaz de localizar una fuga en una tubería de hidráulica. Este algoritmo es un observador de estados, el cual se encarga de estimar las variables de un sistema de tuberías, fundamentalmente las variables disponibles en un sistema de tuberías son las presiones y flujos de la tubería, a través de estas nos permiten estimar la presencia de fuga y la ubicación. El sensor propuesto se valida con datos experimentales recolectados de una planta piloto que representa un sistema de tuberías, las pruebas realizadas consisten en variaciones de flujo en la línea y la emulación de una fuga en la tuberías, dicha fuga se representa con la apertura de una válvula en un determinado punto del sistema.

**Palabras clave**— Sensor virtual, observador, detección de fugas.

## Introducción

Los sistemas de tuberías hidráulicos son un método muy común de transporte de fluidos de un punto a otro, en los últimos años han tenido un importante desarrollo. Existe un problema debido a esta situación, la cual es la pérdida de fluidos debido a fugas ocasionadas por el deterioro de la tubería, así también la extracción ilegal de los fluidos, principalmente el de los combustibles y el agua potable. De aquí nace una problemática la cual busca lograr la detección de fugas dentro de una tubería hidráulica, la cual se ha vuelto un campo actual de la tecnología e investigación. Las fallas en las tuberías más comunes son: bloqueos, burbujas de aire y tomas clandestinas. Hoy en día, se ha dado una nueva revolución dentro de la ingeniería de control, gracias a los sensores virtuales, mejor conocidos como observadores o estimadores de estado, estos son algoritmos computacionales que, a partir de las mediciones obtenidas por una cierta cantidad de sensores reales, realizan una estimación de las variables del proceso de las cuales no cuentan con su respectivo sensor.

En los últimos años, los sistemas de detección de fugas basado en observadores han tomado un gran auge. Dentro del enfoque de observadores podemos encontrar el enfoque de modos deslizantes, uno de los trabajos más significativos bajo este enfoque, que aborda el problema de la detección y el aislamiento de fugas, se presenta por (Navarro A., Begovich O, Sanchez- Torrez, J.D., Besancon G., and Murillo J. A. P., 2012) cuya principal aportación es un Observador basado en un Diferenciador Exacto Robusto por Modo Deslizantes (DERMD) propuesto por (Levant, 1998), donde los resultados en simulación muestran una precisa y rápida estimación de la localización e intensidad de la fuga. En este trabajo, se implementa en tiempo real el algoritmo para aislar una fuga presentado en (Navarro A., Begovich O, Sanchez- Torrez, J.D., Besancon G., and Murillo J. A. P., 2012), en el prototipo de tuberías plásticas construido en el CINVESTAV-IPN Unidad Guadalajara, descrito en (Begovich O., Pizano A., and Besancon G., 2012). Lo anterior se hace, debido a que los estudios en simulación no pueden tomar en cuenta todos los fenómenos que se presentan en una tubería real como lo son: variaciones en las propiedades físicas del fluido (viscosidad, densidad, etc.) que dependen de la temperatura y que impactan directamente al factor de fricción. Así mismo, algunos fenómenos como turbulencias, ruidos eléctricos, vibraciones mecánicas, etc., que son introducidos por los accesorios (acoplamientos, codos, válvulas, etc.), sensores y bombas, respectivamente.

En el presente trabajo plantea el diseño de un sensor virtual aplicado en un sistema de tuberías para la detección de fugas hidráulicas basado en un nuevo diseño de un observador de estados. Se utiliza un modelo matemático de la

<sup>1</sup> El Dr. Omar Hernández González es Profesor del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos, así como también del Instituto Tecnológico de Minatitlán [ohernandezg@itesco.edu.mx](mailto:ohernandezg@itesco.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Luis Fernando Cortes Romero es estudiante de la carrera de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos [lcortes@itesco.edu.mx](mailto:lcortes@itesco.edu.mx)

<sup>3</sup> El M.I. Ali Pérez Gómez es Profesor del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos [alipzgz@hotmail.com](mailto:alipzgz@hotmail.com)

<sup>4</sup> La Dra. María Eusebia Guerrero Sánchez es Profesora del Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos [maguerreros@itesco.edu.mx](mailto:maguerreros@itesco.edu.mx)

tubería, donde se considera la dinámica de una fuga en esta tubería, para lo cual se analiza la dinámica de los flujos de entrada y salida de la tubería, así como las presión que existe en esos puntos, es importante mencionar estas mediciones son las variables que normalmente se utilizan en los sistemas de monitoreo actuales, por lo cual sería posible su aplicación en el ámbito de la ingeniería con ello funcionar en tiempo real. El modelo matemático utilizado es posible representar en un sistema no lineal de multi-bloques, es decir se puede representar en dos bloques no lineales, cada bloque está encabezado de las variables medibles, es decir, primeramente el flujo de entrada de la tubería y el segundo bloque por el flujo de salida de la tubería, cabe mencionar que existen muy pocos trabajos en la literatura que consideran esta forma de sistema no lineales, he aquí nuestra mayor aportación proponer un nuevo observador para un sistema no lineal por bloques. Con este nuevo diseño de observador se podrá proponer un nuevo sensor virtual para la detección de fugas en una tubería, nuestra aportación consiste en poder alertar la presencia de una fuga y estimar la localización de la misma, en un tiempo corto, mediante tan solo con la medición de las variables de flujo y presión de la tubería. Con esto se podrá enriquecer línea de investigación de detección de fallas, así proponer un nuevo método de detección de fugas, con ello aportar otra herramienta tecnológica en el mabito de la detección de fugas en ductos o tuberías

### **Metodología para la detección de una fuga en una tubería hidráulica**

La metodología para la detección de falla se basa en principio de redundancia de la dinámica del sistema a estudiar, esto es buscar ecuaciones que represente el comportamiento de un sistema, con ello poder hacer una comparación con los datos reales del sistema físico con las ecuaciones que describan a dicho sistema. Al disponer de redundancia de información se puede evaluar simplemente mediante un proceso, bajo condiciones de operación bien caracterizadas y sin necesidad de instrumentación física adicional. Sin embargo, se debe tener un modelo de comportamiento adecuado del sistema. La Figura 1 describe el principio de la detección, comparando modelos e identificando la incoherencia como consecuencia de la falla (Torres, Verde, Carrera, & Cayetano, 2014). Este modelo se representa mediante un modelo matemático el cual es la base para poder proponer un algoritmo llamado observador o sensor virtual, este algoritmo está constituido del modelo añadiendo un parámetro de corrección que permite corregir posibles errores de modelado o posibles perturbaciones en las mediciones realizadas al sistema, en la salida del sensor virtual podremos obtener toda la información del sistema como lo son las variables medibles y no medibles del sistema como también sus parámetros, con ello evaluar comportamientos que nos permitan poder apreciar fallas en el sistema físico, esto se evidencia al existir variaciones en el desempeño ideal del sistema, esta variación dan pie a los llamados residuos, con ellos evaluar una posible falla.

La idea básica para la detección de la fuga en una tubería hidráulica es el uso de observadores de estados basados en modelos matemáticos que represente el conocimiento de la dinámica de los flujos de entrada  $Q_1$  y salida  $Q_2$  en un sistema de tuberías, se consideran la dinámica de la fuga en dicho sistema, esta dinámica básicamente se representa en dos variables las cuales son la presencia de la fuga  $\sigma f_1$  y la localización de la fuga  $\Delta z_1$ . En nuestro trabajo nos enfocaremos al caso de un sistema de tuberías hidráulicas que transporta agua potable. Nosotros realizaremos la medición de los presiones de entrada y salida de la tuberías, están serán nuestras señales de entrada, además se medirán los flujos de entrada  $H_{in}$  y salida  $H_{out}$  de las tuberías que representan la variables disponibles, quedando como las variables no medibles la presión intermedia de la tubería, el parámetro de presencia de la fuga y la variable de ubicación de la fuga, estas últimas nos permitirán dar la información primordial de nuestro algoritmo a proponer.

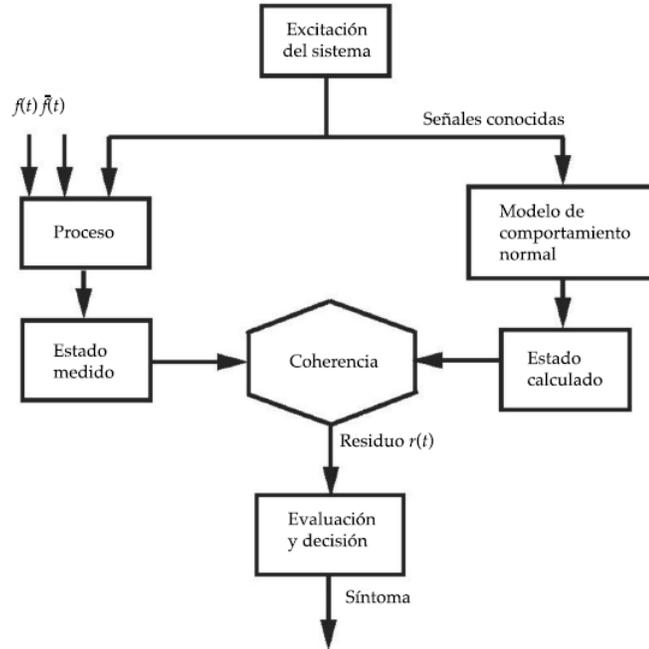


Figura 1 Principio de la obtención del residuo  $r(t)$  y síntoma de fallas donde  $f(t)$  son las fallas de interés y  $\bar{f}(t)$  denota perturbaciones y ruido.

### Modelo matemático de una tubería

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un sensor virtual para estimar la posición y coeficiente de una fuga, utilizando solo las medidas de presión y caudal en los extremos de la tubería. En la Figura 2 se muestra la problemática planteada e ilustra que debido a la fuga la tubería se ve dividida en dos secciones. Por este motivo, para la síntesis de un sensor virtual, se necesita de un modelo de dimensión finita que represente al menos ambas funciones resultantes.

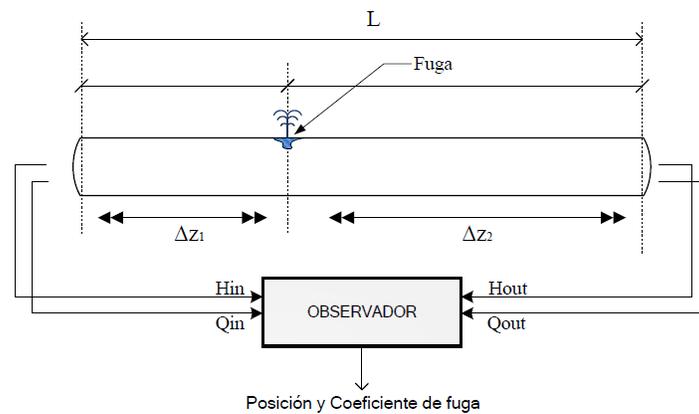


Figura 2. Problemática: 1 fuga en la tubería

Se considera el siguiente sistema no lineal propuesto en (Torres, Besancon, Navarro, Begovich, & Georges, 2011) y (Navarro A., Begovich O, Sanchez- Torrez, J.D., Besancon G., and Murillo J. A. P., 2012)

$$\dot{Q}_1 = -\mu Q_1 |Q_1| + \frac{a_1}{\Delta z_1} (H_{in} - H_2) \quad (1)$$

$$\dot{H}_2 = \frac{a_2}{\Delta z_1} (Q_1 - Q_2 - Q_f) \quad (2)$$

$$\dot{Q}_2 = -\mu Q_2 |Q_2| + \frac{a_1}{L - \Delta z_1} (H_2 - H_{out}) \quad (3)$$

$$\dot{\Delta z}_1 = 0 \quad (4)$$

$$\dot{\sigma}_{f_1} = 0 \quad (5)$$

donde las variables del sistema son los flujos en cada extremo entrada  $Q_1$  y salida  $Q_2$ ; la presión intermedia  $H_2$ ;  $\sigma_{f_1}$  es el coeficiente de presencia de fuga y  $\Delta z_1$  representa la ubicación de la fuga. Se considera en este sistema  $H_{in}$  y  $H_{out}$  (presiones de entrada y salida de la tubería) como condiciones de frontera la posición de la fuga, está dada por el tamaño de la sección  $\Delta z_1 \in ]0, L[$  mientras que  $\Delta z_2 = L - \Delta z_1$ .

Con el objetivo de estimar los parámetros  $\Delta z_1$  y  $\sigma_{f_1}$ , se puede observar que el sistema (1-5) ha sido extendido con las dinámicas constantes de estos parámetros. Para el diseño de un sensor virtual basado en un observador de gran ganancia puede ser diseñado a partir del siguiente vector de estado es:

$$x(t) = [Q_1 \quad H_2 \quad Q_2 \quad \Delta z_1 \quad \sigma_{f_1}]^T \quad (6)$$

donde  $x$  se compone de los elementos  $x_i$  con  $i = 1, \dots, 5$ . Se considera que los caudales en los extremos son las salidas  $y(t) = [Q_1 \quad Q_2]^T$  del modelo (1-5) y que sus condiciones de frontera son sus entradas  $u(t) = [H_{in} \quad H_{out}]^T$ . Donde  $u$  así como  $y$  se componen de los elementos  $u_i$  y  $y_i$  respectivamente con  $i = 1, 2$ .

El modelo completo puede expresarse mediante la siguiente representación en espacio de estados no lineal:

$$\dot{x}(t) = f(x(t)) + g(x(t))u(t) \quad (7)$$

$$y(t) = [h_1(x), h_2(x)]^T = h(x(t)) \quad (8)$$

En el caso de operar con presiones constantes  $u(t) = u_0$ , la ecuación de estado puede reescribirse como  $\dot{x}(t) = F_{u_0}(x(t))$ . Por lo que para la observabilidad del sistema puede verificarse considerando la siguiente transformación,  $\Phi: \mathbb{R}^5 \rightarrow \mathbb{R}^5, x \mapsto \xi = \Phi(x)$ :

$$\Phi(x) = [h_1(x) \quad L_{f_{u_0}} h_1(x) \quad h_2(x) \quad L_{f_{u_0}} h_2(x) \quad L_{f_{u_0}}^2 h_2(x)]^T$$

La matriz Jacobiana  $\Phi$  tiene un determinante dado por:

$$\Delta_\Phi = \frac{a_1^3 a_2 \sqrt{H_2} (\Delta z_1 u_2 + u_1 L - u_1 \Delta z_1 - H_2 L)}{\Delta z_1^4 (L - \Delta z_1)^2}$$

El cual se vuelve cero siempre que  $\Delta z_1 (H_{in} - H_{out}) = L (H_{in} - H_2)$ . Sin embargo, en presencia de una fuga, esta condición no se cumple, por lo tanto, el sistema es observable. Por lo tanto se define un cambio de coordenadas  $\Phi$  para cada entrada constante utilizando las siguientes notaciones:

$$\Phi: x \mapsto \begin{cases} \xi^1 = [h_1, L_{F_{u_0}} h_1]^T \\ \xi^2 = [h_2, L_{F_{u_0}} h_2, L_{F_{u_0}}^2 h_2]^T \end{cases} \quad (9)$$

donde  $\xi^1$  y  $\xi^2$  se componen de los elementos  $\xi_{li}$  y  $\xi_{2j}$  respectivamente, con  $i = 1, 2$  y  $j = 1, 2, 3$ . Por lo que el sistema en coordenadas  $\xi$  resulta:

$$\begin{aligned} \dot{\xi}_{11} &= \dot{\xi}_{12} & \dot{\xi}_{21} &= \xi_{21} & (11) \\ \dot{\xi}_{12} &= \varphi_{12}(\xi, u_0) & \dot{\xi}_{22} &= \xi_{23} \\ y_1 &= \xi_{11} & \dot{\xi}_{23} &= \varphi_{23}(\xi, u_0) \\ & & y_2 &= \xi_{21} \end{aligned} \quad (10)$$

Este sistema está bajo la forma de un sistema uniformemente observable por bloques, por tanto, puede diseñarse un observador de gran ganancia. A partir de las ecuaciones (10-11) se pueden obtener dos subsistemas de la forma:

$$\begin{aligned} \dot{\xi}^i &= A_i \xi^i + \varphi_i(\xi, u_0), \\ y_i &= C_i \xi^i \end{aligned} \tag{12}$$

Con  $i = 1, 2$  y  $A_i, C_i, \varphi_i$  apropiadas. Cabe mencionar que el mismo enfoque se puede hacer uso cuando se utilizan presiones variantes en el tiempo.

### Diseño de un observador de alta de ganancia con multi-bloques

Considerando el cambio de coordenadas del sistema planteado en la ecuación (9), este sistema está bajo la forma de un sistema uniformemente observable como se mencionó anteriormente, por tanto, puede proponer un nuevo enfoque de diseño de observador de gran ganancia para esta clase de sistemas no lineales, bajo el enfoque de un sistema múltiple bloque, esto es múltiple salida y múltiple entrada, postulando el siguiente observador en :

$$\dot{\hat{\xi}}^i = A_i \hat{\xi}^i + \varphi_i(\hat{\xi}, u_0) - \theta \Delta_{\theta i} S_i^{-1} C_i^T (C_i \hat{\xi}^i - y_i), i = 1, 2 \tag{13}$$

Con  $i = 1, 2$  y  $A_i, C_i, \varphi_i$  apropiadas, de tal manera que el observador puede concebirse con dos subsistemas; el parámetro de sintonización se representa por la letra  $\theta$ , y la matriz de  $\Delta_{\theta}$  esta denotada como:

$$\Delta_{\theta i} = \text{diagonal} \left[ I_{ni} \quad \frac{1}{\theta} I_{ni} \right], \quad i = 1, 2 \tag{14}$$

La matriz  $S$  se calcula mediante la resolución de la ecuación algebraica de Lyapunov, esta es:

$$0 = -S_i - A^T S - SA + C^T C \quad i = 1, 2 \tag{15}$$

cabe mencionar que este matiz debe ser definida positiva, esto es  $S > 0$ . Para el caso planteado del sistema de la Ec.

(15) con dos subsistemas  $i=1$  y  $i=2$ , se tiene las siguientes soluciones  $S_1^{-1} C^T = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix}$ ,  $S_2^{-1} C^T = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \end{bmatrix}$ .

Esto es debido a que para este caso  $n_1 = 2$  con un  $q=1$ , además  $n_2 = 3$  con un  $q=1$ , en ambos casos solo se tiene una sola salida que son los flujos de salida del sistema  $Q_1$  y  $Q_2$ , respectivamente. Se puede observar que el observador puede implementarse utilizando las coordenadas originales tal como el siguiente:

$$\dot{\hat{x}} = f(\hat{x}) + g(\hat{x})u - \left( \frac{\partial \phi(\hat{x})}{\partial x} \right)^{-1} \theta \Delta_{\theta i} S_i^{-1} C_i^T (h(\hat{x}) - y) \tag{16}$$

### Diseño de un observador de alta de ganancia con multi-bloques

Con el fin de validar el sensor virtual propuesto se presentan resultados de simulación, en estos se basan en la Ec. (13), con su cambio de coordenadas, o en su forma original de la forma (16). Los resultados presentados son la estimación de los flujos de entrada  $Q_1$  y salida  $Q_2$  en la Fig. 3, finalmente la estimación de la localización de la fuga en la Fig. 4. Las simulaciones considerando los parámetros y condiciones utilizados se presentan en la Tabla 1, estos son obtenidos del sistema de tuberías que se encuentra en Tecnológico de Coatzacoalcos. La prueba realizada consiste en emular una fuga en la tubería dicha fuga se simulación, abriendo una válvula en una determinada distancia desconocida para el algoritmo, en la planta la válvula se localiza en a los 9.2m, como se aprecia en la Fig. 3 la fuga es localizada en 9.2m, este valor se obtiene en menos de 3seg., el valor obtenido es el mismo de la planta física, ver Tabla 1.

g	L	b	D	f	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	Δz <sub>1</sub>
9.81 m/s <sup>2</sup>	12m	224.26m/s	0.0254m	0.0226	0.000474 m <sup>3</sup> /s	0.00043 m <sup>3</sup> /s	6.5m	9.2m

Tabla 1. Parámetros y variables físicas de la tubería simulada piloto ITESCO

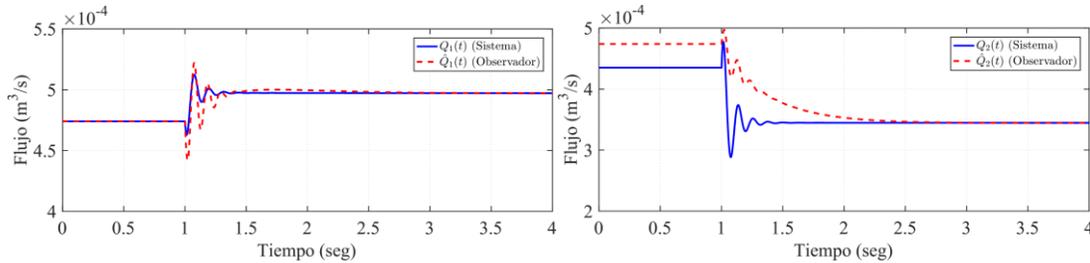


Figura 3 Principio de la obtención del residuo  $r(t)$  y síntoma de fallas donde  $f(t)$  son las fallas de interés y  $\bar{f}(t)$  denota perturbaciones y ruido.

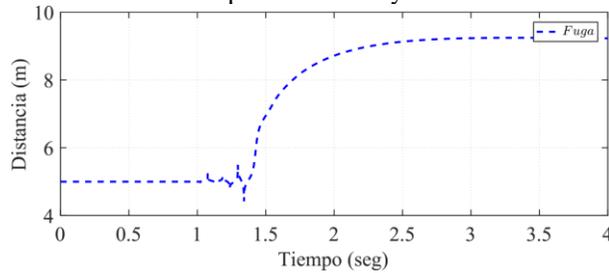


Figura 4 Principio de la obtención del residuo  $r(t)$  y síntoma de fallas donde  $f(t)$  son las fallas de interés y  $\bar{f}(t)$  denota perturbaciones y ruido.

### Conclusión

Este trabajo presenta el diseño de un sensor virtual para detectar fugas en un sistemas de tuberías hidráulicas, el sensor se basado en un observador de gran ganancia para sistemas no lineales multi-bloques, esta clase de sistemas no lineales ha sido poco estudiada por ello es de amplio interés. Además se validó el sensor con parámetros reales de una planta piloto obteniendo resultados prometedores. Como trabajos futuros se considerara el monitoreo y estimación en tiempo real del sensor virtual propuesto.

### Referencias

Begovich O., Pizano A., and Besancon G. (2012). *Online Implementation of a leak isolation algorithm in a plastic pipeline prototype*. *Latin American Applied Research*, 131-140.

Gertler, J. (1991). *Analytical Redundancy Methods In Fault Detection And Diagnosis*. Baden-Baden: IFAC - 1st SAFEPROCESS, 9-21.

Levant, A. (1998). *Robust exact differentiation via sliding mode technique this paper was recommended for publication in final form by associate editor hassan khalil under direction of editor tamer basar*. *Automatica*, 379-384.

Ljung, L. (1999). *System Identification Theory for the User*. Upper Sanddle River, USA: Prentice Hall.

Navarro A., Begovich O, Sanchez- Torrez, J.D., Besancon G., and Murillo J. A. P. (2012). *Leak detection and isolation using and observer based on robust sliding mode differentiators*. In *World Automation Congress 2012*, 1-6.

Patton R., Frank P., Clarke B. (2000). *Issues of Fault Diagnosis for Dynamic Systems*. London: Springer.

Torres, L., Besancon, G., Navarro, A., Begovich, O., & Georges, D. (2011). *Examples of pipeline monitoring with nonlinear observers and real-data validation*. *8th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices*, 1-6.

Torres, L., Verde, C., Carrera, O., & Cayetano, R. (2014). *Algoritmos de diagnóstico para fallas en ductos*. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 57-78.

# DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LARVAS DE PECES DE LA FAMILIA ACANTHURIDAE GÉNERO *Acanthurus* SPP. EN AGUAS DEL CARIBE MEXICANO DURANTE MARZO 2006

Biól. Zael Hernandez Morales, M.C. Lourdes Vásquez Yeomans

**Resumen-** En el presente trabajo se presentan los patrones de distribución horizontal y vertical por estadios larvarios de las larvas de *Acanthurus* spp. en el Caribe mexicano. De un total de 443 larvas, el estadio larvario en preflexión fue el de mayor densidad promedio de 1.8 larvas/1000 m<sup>3</sup> (n = 17). La talla de las larvas varió de entre 1.6 y 13.3 mm; siendo la longitud notocordal de 1.6 mm, la menor talla registrada a la fecha en larvas de *Acanthurus*. Los patrones de distribución larval podrían ser explicados por factores físicos en el área, como de la Corriente de Yucatán, los giros, capacidad natatoria del género. Y los patrones de distribución vertical podrían ser explicados, por la biología del género, estrategias de supervivencia y así como por las variables de temperatura y salinidad, sin dejar de lado la alta capacidad natatoria que tienen las larvas de esta familia.

**Palabras clave:** Acanthuridae, larvas, Caribe mexicano, distribución vertical

## Introducción

En gran parte la dificultad para estudiar los peces de arrecifes coralinos se debe a que algunas familias en su estadio larvario presentan una etapa pelágica antes de establecerse en los ambientes arrecifales (Green, et al., 2015). El desplazamiento que realizan del ambiente pelágico a la zona de arrecifes es resultado de la interacción entre la hidrodinámica y las “habilidades de navegación” de las larvas (Hogan y Mora, 2005). Uno de los grupos clave en los ecosistemas coralinos son los herbívoros, (Bellwood, et al., 2004), ya que a través de sus hábitos alimenticios controlan la proliferación de algas y disminuyen la competencia alga-coral (Rasher y Hay, 2010). Entre las familias de peces herbívoros que presentan una etapa pelágica en su estadio larvario se encuentran los acantúridos (Leis, 1991b). Los peces del género *Acanthurus* se consideran importantes particularmente para el Caribe como herbívoros primarios (Ogden, 1976), ya que regulan el balance energético, transformando la energía fijada por las algas bentónicas (Ogden y Lobel, 1978). Otro aspecto importante es que actualmente se desconoce los patrones de migración vertical de las larvas de peces, pero lejos de conocer el comportamiento general, es importante descifrar el patrón que sigue cada grupo y de ser posible el de cada especie y la variabilidad de los patrones en su desarrollo ontogénico, conocerla es esencial para el progreso de muchos aspectos ecológicos del ictioplancton. Es complejo discernirlo debido a múltiples factores que interactúan en el medio en que se desarrollan las larvas de peces, tales como: temperatura, salinidad, presión, edad, corrientes, mareas, etc., es decir, su comportamiento es muy variable, y de suma importancia descifrar los patrones por el cual se rigen y no asumirlos o extrapolarlos (Leis, 1991b).

En el Caribe, los acantúridos han sido poco estudiados en su etapa temprana de vida, por lo general se registran como muestras incidentales y en otros casos son parte de la biomasa de estudios de diversidad y abundancia. Únicamente se reporta un estudio sobre larvas de acantúridos, realizado en las Antillas Menores (Oxenford, et al., 2008), por lo que el presente trabajo pretende describir los patrones de distribución espacial y vertical de las densidades de larvas de peces de *Acanthurus* spp. en aguas del Caribe mexicano durante marzo de 2006, además representa una importante contribución (con aplicaciones a nivel regional) en el entendimiento de los patrones de distribución espacial y vertical de las larvas de *Acanthurus* spp. en el Caribe, con enfoque en la parte norte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM).

## Metodología

El estudio se efectuó en el Caribe mexicano (CM) localizado en la parte norte del SAM. El SAM se extiende desde Cabo Catoche al norte de Quintana Roo, México hasta el complejo de islas de la bahía Cayos Cochinos en la costa norte de Honduras (Kramer y Kramer, 2002). El SAM es de gran importancia ecológica porque es sitio de desove de especies en peligro de extinción y tiene una gran diversidad en fauna marina (Merino-Ibarra, 1986). El área de estudio corresponde al CM que comprende la región oceánica localizada a lo largo de la península de Yucatán, hasta los límites internacionales marítimos con el país de Belice (Merino-Ibarra, 1986).

Se establecieron 49 estaciones de muestreo distribuidas en todo el Caribe mexicano. Se realizaron muestreos diurnos y nocturnos a bordo del Buque Oceanográfico Gordon Gunter con clave GG0603, del 12 de marzo al 3 abril del 2006. El Buque se equipó con una red de apertura y cierre múltiple de 1m cuadrado de boca (MOCNESS), con malla de 333 µm. La conductividad (salinidad), temperatura y profundidad se registraron con sensores integrados a la red, y el volumen de agua filtrado se obtuvo con un flujómetro instalado en la boca de la red, registrado electrónicamente al computador. Para todas las estaciones se muestrearon cuatro estratos de profundidad:

0-25, 25-50, 50-75 y 75-100 m. Todo el material colectado fue fijado en etanol al 95%, que se reemplazó después de 24 h por alcohol etílico al 96 %, para asegurar su conservación adecuada; fue resguardado en el laboratorio del buque y posteriormente trasladado al laboratorio de zooplancton de ECOSUR unidad Chetumal. Las larvas posteriormente se identificaron hasta nivel género, considerando características morfológicas, con base en la guía de identificación de Richards, (2006). Posteriormente cada una de las larvas identificadas se midieron con un micrómetro ocular, se tomó la longitud estándar (de la boca hasta la parte media del pedúnculo caudal), y se clasificaron en estadios larvarios con base a su desarrollo ontogenético en: Preflexión, Flexión y Postflexión según la clasificación de Kendall et al., (1984).

Los datos de abundancia de larvas fueron expresados en densidad larval, tomando en cuenta el volumen de agua filtrado en metros cúbicos ( $m^3$ ). Estos datos de densidad fueron estandarizados a  $1000 m^3$ . Se calculó la densidad total de larvas de acantúridos para cada estación de muestreo, por separado para cada estadio ontogenético (preflexión, flexión y postflexión). Para el análisis estadístico de los datos, se aplicó la covarianza o ANCOVA (Zuur et al. 2007). De manera adicional, se realizó un análisis exploratorio mediante un modelo no lineal simple de tipo cuadrático, para los casos en que la variable profundidad no resultó significativa. La relación lineal de las variables de temperatura y salinidad con la densidad se estimó aplicando por separado un análisis de correlación usando el coeficiente de correlación de Pearson (Ludwig y Reynolds, 1988).

### Resultados

Se registró un total de 372 larvas provenientes de 49 estaciones muestreadas en las costas de Quintana Roo. La densidad promedio de larvas en el Caribe mexicano de capturas nocturnas fue de 3.1 larvas/ $1000 m^3$  ( $n = 24$  estaciones), y la densidad de larvas de capturas diurnas fue de 1.9 larvas/ $1000 m^3$  ( $n = 25$  estaciones). La mayor densidad promedio correspondió a larvas en estadio de preflexión con 1.2 larvas/ $1000 m^3$  ( $n = 49$  estaciones) representando el 47.1 % del total de larvas de *Acanthurus* spp. Las larvas en estadios de postflexión ocuparon el segundo lugar en abundancia con una densidad promedio de 0.9 larvas/ $1000 m^3$  ( $n = 49$  estaciones) representando el 36.8 % del número total de larvas. Las larvas en estadio de flexión fueron las menos abundantes con una densidad promedio de 0.3 larvas/ $1000 m^3$  ( $n = 49$  estaciones), representando el 13.6 % del total de larvas.

La distribución espacial del total de la densidad larval de acantúridos entre zonas fueron homogéneas, razón por el cual la prueba estadística no resultó significativa, a diferencia del análisis por estadios larvarios, el cual únicamente el estadio en flexión resultó significativo entre zonas, al igual que resultó significativa la distribución en profundidad presentando la densidad más alta entre 25 y 50 m y disminuyendo conforme avanza la profundidad. El análisis de correlación entre variables ambientales y las densidades de larvas de acantúridos mostró que existe una relación positiva entre la densidad y la temperatura con un  $p = 0.0002$  y  $r = 0.57$ . La relación entre densidad larval y salinidad fue negativa con un  $p = 0.0009$  y  $r = -0.52$ . La relación entre temperatura y salinidad fue de tendencia negativa, mostrando un  $p = 1.103e-07$  y  $r = -0.74$ .

### Discusión

Los estudios sobre larvas de peces se han enfocado mayormente a la descripción horizontal de la abundancia de larvas (Houde et al., 1979) mientras que los trabajos sobre distribución vertical de larvas son realmente escasos (Cha et al., 1994). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran por primera vez patrones de distribución vertical de 372 larvas de *Acanthurus* spp. en el Caribe mexicano, considerando el desarrollo ontogenético (preflexión, flexión y postflexión). Los resultados generados en este trabajo se suman a dos antecedentes previos en la región del Atlántico centro occidental, uno realizado en Florida (Burgess, 1965) y otro en las Antillas menores (Oxenford et al., 2008).

Los patrones de distribución espacial de las larvas del género *Acanthurus* spp. fueron similares entre las zonas del Caribe mexicano, esto contrasta con los resultados presentados por Muhling et al. (2013) quien registró mayores densidades larvales hacia la zona sur. Sin embargo, estas mayores densidades corresponden a algunas familias de peces de media agua: Myctophidae, Gonostomatidae, Phosichthyidae y Paralepididae (Muhling et al., 2013). El hecho de que la distribución de larvas de *Acanthurus* spp. fuera relativamente homogénea a lo largo del Caribe mexicano podría explicarse por la presencia de los arrecifes coralinos, que son los hábitats típicos de los peces cirujanos. La presencia de especies de acantúridos en el área se encuentra bien documentada para esta región. Uno de los pocos estudios realizado en algunas estaciones del Caribe mexicano, mostró que la familia Acanthuridae estuvo bien representada en las estaciones del Caribe mexicano.

Los resultados de densidad en profundidad concuerdan con el patrón general de distribución vertical de larvas de peces, donde las mayores densidades larvales se encuentran por arriba de los primeros 100 m de profundidad (Ahlstrom, 1959). Los resultados del presente estudio también concuerdan con algunos de los pocos reportes de abundancia de acantúridos, donde las mayores densidades se encuentran por encima de los 100 m de

profundidad: en el Océano Pacífico (Sale, **1970**), Índico (Soewito y Schalk, **1990**), y Atlántico (Burgess, **1965**; Cha et al., **1994**).

### Conclusión

El presente estudio ha generado valiosa información sobre la distribución espacial y vertical de larvas *Acanthurus* spp. una valiosa familia de peces arrecifales en la región tropical del arrecife Mesoamericano. La distribución espacial de las densidades larvarias de *Acanthurus* spp., en las zonas del Caribe mexicano, posiblemente fue condicionada por factores físicos como la presencia de giros, causando un efecto de retención en la zona centro, la velocidad de la corriente, y también por desarrollo ontogenético de las larvas que inciden en su capacidad de nado, lo cual tiene implicaciones directas en su potencial dispersión. Las larvas de *Acanthurus* spp. en general fueron abundantes entre profundidades de 25 y 50 m, fue una tendencia que se presentó en las tres zonas, se considera que la profundidad en la que se presentaron posiblemente estuvo relacionada con las variables de temperatura y salinidad. Se sugiere que la termoclina es un rasgo importante en la posible explicación de la distribución vertical de estas larvas, como ha sido mencionado en otros estudios.

### Referencia bibliográfica

- Ahlstrom, E.H. (1959) Vertical distribution of pelagic fish eggs and larvae off California and Baja California. *Fishery bulletin of fish and wildlife service*. 60 (161), 107–146.
- Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C. & Nyström, M. (2004) Confronting the coral reef crisis. *Nature*. 429 (6994), 827–833.
- Burgess, W.E. 1965) *Larvae of the surgeonfish genus Acanthurus of the tropical western Atlantic*. MSc. Miami, Florida, University of Miami.
- Cha, S.S., McGowan, M.F. & William, J.R. (1994) Vertical distribution of fish larvae off the Florida Keys, 26 may-5 June 1989. *Bulletin of Marine Science*. 54 (3), 828–842.
- Green, A.L., Maypa, A.P., Almany, G.R., Rhodes, K.L., et al. (2015) Larval dispersal and movement patterns of coral reef fishes, and implications for marine reserve network design: Connectivity and marine reserves. *Biological Reviews*. 90 (4), 1215–1247.
- Hogan, D.J. & Mora, C. (2005) Experimental analysis of the contribution of swimming and drifting to the displacement of reef fish larvae. *Marine Biology*. 147 (5), 1213–1220.
- Houde, E. D., Leak, J. C., Dowd, C., Berkeley, S., & Richards, W. J. (1979). Ichthyoplankton Abundance and Diversity in the Eastern Gulf of Mexico: A Report to the Bureau of Land Management (Vol. Contract No AA550-CT7-28).
- Kendall A.W., Ahlstrom E.H., Moser H.G. 1984. Early life history stages of fishes and their characters. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW, Richardson SL (eds) ontogeny and systematics of fishes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Lawrence, Kansas, pp 11–22.
- Kramer, P. & Kramer, P.R. (2002) *Ecoregional conservation planning for the Mesoamerican Caribbean Reef*. M. McField (ed.). Washinton D.C, World Wildlife Fund.
- Leis, J.M. (1991b) Vertical distribution of fish larvae in the Great Barrier Reef Lagoon, Australia. *Marine Biology*. 109 (1), 157–166.
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. N. York, U.S: Wiley.p. 341
- Merino-Ibarra, M. (1986) Aspectos de la Circulación Costera Superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *I3*. 231–46.
- Muhling, B.A., Smith, R.H., Vásquez-Yeomans, L., Lamkin, J.T., et al. (2013) Larval fish assemblages and mesoscale oceanographic structure along the Mesoamerican Barrier Reef System. *Fisheries Oceanography*. 22 (5), 409–428.
- Ogden, J.C. (1976) Some aspects of herbivore-plant relationships on Caribbean reefs and seagrass beds. *Aquatic Botany*. 2103–116.
- Ogden, J.C. & Lobel, P.S. (1978) The role of herbivorous fishes and urchins in coral reef communities. *Environmental Biology of Fishes*. 3 (1), 49–63.
- Oxenford, H.A., Fanning, P. & Cowen, R.K. (2008) Spatial Distribution of Surgeonfish (Acanthuridae) Pelagic Larvae in the Eastern Caribbean. In: R. Grober-Dunsmore & B.D. Keller (eds.). *Caribbean Connectivity: Implications for Marine Protected Area Management*. (59th edition) . Belize, National Oceanic and Atmospheric Administration. pp. 42–51.
- Rasher, D.B. & Hay, M.E. (2010) Chemically rich seaweeds poison corals when not controlled by herbivores. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 107 (21), 9683–9688.

Richards, W.J. (ed) (2006) *Early Stages of Atlantic Fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. Boca Raton: Taylor & Francis.

Sale, P.F. (1970) Distribution of Larval Acanthuridae off Hawaii. *Copeia*. 1970 (4), 765–766.

Soewito & Schalk, P.H. (1990) Spatial and seasonal patterns in fish larvae distribution in the Banda Sea (Indonesia). *Netherlands Journal of Sea Research*. 25 (4), 591–600.

Zuur, A.F., Ieno, E.N. & Smith, G.M. (2007) *Analysing ecological data*. Statistics for biology and health. New York ; London, Springer.

# USO DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES EN EL LABORATORIO DE CÓMPUTO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL

Gibrán Hernández Reyes<sup>1</sup> Nayra Esther Hernández Castillo<sup>2</sup>  
Melchor Baltazar Pech Góngora<sup>3</sup> Carlos Eduardo Azueta León<sup>4</sup>

**Resumen— El uso de los dispositivos móviles en el aula y laboratorios puede ser empleado como un medio de gamificación que servirá como instrumento de motivación para los alumnos, ya que actualmente son muy populares en el uso cotidiano, incluso durante las clases. El manejo de estos con fines educativos le daría un mejor sentido en el aula. En esta investigación se desarrolló la búsqueda de los usos más frecuentes de los dispositivos móviles por los alumnos en el laboratorio de computo del Instituto Tecnológico de Chetumal, contando con una muestra 3 grupos de distintas carreras de segundo semestre. En los resultados se encontró que los usos más frecuentes de los dispositivos móviles de los alumnos son la consulta de redes sociales con un 47.54% y los juegos con menor frecuencia de uso teniendo solo un 11.47%. Sin embargo, la obtención de retroalimentación sobre su rendimiento en sus materias, con un 77% a favor, y comparar sus resultados con los de sus compañeros, con un 75.4%, confirman que el uso de una aplicación de gamificación que cuente con estas características sería bien recibido.**

**Palabras Clave—Gamificación, Dispositivos Móviles, Aprendizaje, Fines educativos**

## Introducción

En la actualidad la mayoría de los estudiantes universitarios cuentan con un dispositivo móvil el cual puede ser usado como un elemento motivador para los jóvenes en las aulas. Estos dispositivos pasan a ser un centro de entretenimiento portátil y se desaprovecha todo el potencial que tienen para convertir una clase monótona y aburrida en una clase interactiva y dinámica. El uso de los dispositivos móviles en la educación ha empleado los conceptos de “*m-learning*” y “*gamificación*”. El *m-learning* es el “aprendizaje electrónico móvil, es una metodología de enseñanza y aprendizaje que se vale de pequeños dispositivos móviles como lo son: Teléfono móvil, *PDA*, *Tablets* y hasta *ipod's*” (Archila de Garcia, 2017). “La gamificación consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contexto que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas” (Werbach, K., & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011).

Dicho lo anterior, los dispositivos móviles pueden hacer uso de la gamificación apoyándose del *m-learning* ya que en conjunto son ideales para realizar actividades formativas virtuales o presenciales también fomenta el trabajo colaborativo, así como la reducción de uso en actividades poco productivas o distractoras durante las clases.

## Antecedentes

En el sector educativo existe la controversia sobre si es buena idea hacer uso de los dispositivos móviles. En palabras de la profesora Mariela Duarte: “Creo que el uso del celular dentro del aula, con fines obviamente didácticos, incentiva la creatividad, la imaginación y la conectividad. En el Instituto Ballester trabajamos con *Google Apps for Education*. Los alumnos en su celular pueden recibir mails individuales y del curso, consultar su calendario individual y del curso, utilizar *Hangout* para conectarse en forma sincrónica a través de mensajes o de videoconferencia, usar el traductor, buscar información, crear documentos y guardar archivos en *Drive*, ingresar a *Classroom*, grabar vídeo, audio, etc. y bajar otras aplicaciones educativas” (Toyoutome, 2015).

En un estudio realizado en el Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas (IEST) en 2015, se analizó la percepción y actitud de los alumnos sobre el desarrollo del aprendizaje a través de la tecnología móvil, los resultados que se obtuvieron muestran que la percepción sobre el aprendizaje móvil es parcialmente favorable en los alumnos arrojando un índice del 52% de aprobación, la actitud de los alumnos sobre este tipo de aprendizaje es positivo,

<sup>1</sup>El Br. Gibrán Omar Hernández Reyes es alumno de Octavo Semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto Tecnológico de Chetumal [15390551@itchetumal.edu.mx](mailto:15390551@itchetumal.edu.mx)

<sup>2</sup>La Br. Nayra Esther Hernández Castillo es alumna de Octavo Semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto Tecnológico de Chetumal [15390229@itchetumal.edu.mx](mailto:15390229@itchetumal.edu.mx)

<sup>3</sup>El Br. Melchor Baltazar Pech Góngora es alumno de Octavo Semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto Tecnológico de Chetumal [15390232@itchetumal.edu.mx](mailto:15390232@itchetumal.edu.mx)

<sup>4</sup>EL Dr. Carlos Eduardo Azueta León es Profesor de Sistemas y computación en el Instituto Tecnológico de Chetumal [cazueta@itchetumal.du.mx](mailto:cazueta@itchetumal.du.mx)

dando como resultado un 92% de aprobación mencionando que es de excelente a bueno el uso de los dispositivos móviles en las clases. (Zamarripa 2015).



**Imagen 1:** Gamificación con “Quizizz”

En otro estudio que se realizó en el Instituto Tecnológico de Chetumal en 2018 se aplicaron las técnicas de gamificación como se puede observar en la imagen 1 haciendo uso de “Quizizz”; un software que permite crear cuestionarios interactivos, proporciona retroalimentación constante, tabla de posiciones y resultados, entre otros. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron positivos y satisfactorios, gracias al empleo de la gamificación los niveles de aprovechamiento del grupo en general paso de una calificación de 41.00 a 54.67 global, tomando en cuenta que se le aplicó la gamificación a un grupo con bajo nivel de aprovechamiento. Todos los comentarios hechos por parte del grupo fueron, en términos generales: positivos, inclusive añadieron que se deberían realizar competencias contra otros grupos. (Azueta León et al, 2018).

#### *Aprendizaje móvil*

“El Aprendizaje Móvil es único en su género y ofrece una modalidad flexible en cuanto al acceso a la información, asesoría personalizada, recursos audiovisuales y multimedia” (Zambrano 2009).

En la actualidad los dispositivos móviles se han convertido en una parte esencial en la vida del ser humano, ya que nos permite realizar cientos de actividades en unos cuantos segundos, desde hacer una simple y clásica llamada telefónica, hasta consultar nuestras redes sociales y navegar por internet. Hoy en día existen muchas tendencias enfocadas al aprendizaje a través de internet que nos brindan la posibilidad de conocer nuevas áreas y aprender nuevos temas sin salir de casa o bien desde donde te encuentres, basta con tener una conexión a internet y un dispositivo móvil como se aprecia en la imagen 2.



**Imagen 2:** Gamificación con dispositivos móviles

“La cultura académica de tecnología móvil es el conjunto de percepciones, actitudes, imaginarios y normatividades acerca del uso de dispositivos móviles, que son compartidos y guían el comportamiento de alumnos, maestros y directivos de la academia de una universidad a través de formas de creación y distribución del conocimiento para procurar el aprendizaje.” (Zamarripa 2015).

#### *Características del m – learning.*

Según Jaume Vila citado por Marcelino y Arellano (2017) el término m-learning engloba varias características:

- Aprendizajes en los que se utiliza tecnologías portátiles.
- Aprendizajes en contextos o situaciones consideradas “móviles” en los que los alumnos interactúan con diferentes dispositivos inalámbricos.
- Aprendizajes dentro de una sociedad cambiante, “móvil”. En este sentido, los desarrollos tecnológicos en el ámbito de los sistemas de comunicación permiten dar respuesta a las necesidades educativas de una sociedad y unas instituciones cada vez más flexibles y dinámicas.
- Las diferentes experiencias llevadas a cabo en este sector han demostrado que el Aprendizaje Móvil es realmente efectivo en:
  - Aprendizajes basados en la resolución de problemas y mejora de determinadas habilidades.
  - Aprendizajes al aire libre o para trabajos de campo.
  - Aprendizajes en instituciones culturales. En estos entornos se ha demostrado que las

tecnologías multimedia e inalámbricas son una eficaz herramienta, ya que proporcionan al usuario información de interés en función del lugar en el que se encuentre.

Burgos & Lozano (2007), adaptan en la tabla 1 las ventajas que en los diferentes tipos de aprendizaje se pueden encontrar en esta modalidad según (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005). En la columna izquierda se puede apreciar los nuevos enfoques de aprendizaje, mientras que en la columna derecha se identifican los servicios, beneficios y características que se pueden potenciar con el uso de la tecnología móvil (Zambrano 2009).

Según el autor Jair Zambrano C. (2009) Entre las ventajas que se pueden encontrar en esta modalidad, destacan:

- a) Uso eficiente del tiempo. Se habla de la utilización de los tiempos muertos, que son aquellos que se destinan en labores de transporte, espera para ser atendido, para ser empleados con fines de aprendizaje.
- b) Expansión de la alfabetización digital. Muchos de los usuarios de la tecnología móvil utilizan esta herramienta como medio de entretención y comunicación social, y aunque su uso como forma de aprendizaje no está muy difundido se considera de enorme potencial.
- c) Accesibilidad. Los dispositivos están al alcance de casi cualquier persona, así como los servicios necesarios para su uso.
- d) Contacto social. El estudiante puede estar en contacto con compañeros y tutores en cualquier momento para recibir información y facilitar su aprendizaje.
- e) Mejoramiento de la Productividad. Al hacer uso efectivo de tiempos muertos y el poder recibir retroalimentación a pedido, permite que los procesos de enseñanza- aprendizaje se hagan más rápido y de modo efectivo, aumentando la productividad del estudiante.
- f) Aprendizaje colaborativo. El estar en contacto con los compañeros de curso redonda en beneficio al momento de realizar trabajos que involucren colaboración, ya que la misma se refuerza con la presencia digital de los integrantes permitiendo aportes y retroalimentación.
- g) Incremento en el estudio individual. Los aparatos usados en este tipo de tecnología son personales y por tanto su uso implica constancia, responsabilidad y motivación por parte del estudiante para cumplir con sus deberes y trabajos.
- h) Información eficaz. Los contenidos transmitidos a los estudiantes por este medio deben tener características especiales y una de ellas es su tamaño (Lee, 2005), nadie va a pasar horas leyendo en un celular o PDA. La información enviada debe ser sintética y completa.
- i) Los profesores pueden diseñar y poner a disposición de los alumnos materiales que contribuyan al aprendizaje de sus alumnos, pudiendo estos, disponer de dichos materiales de manera asíncrona (m-Learning Resources).

#### *Gamificación en el laboratorio*

En la educación superior la gamificación no es una prioridad. Algunos docentes la usan, pero principalmente la educación en este nivel se centra en la obtención de conocimientos para una profesión, y ya que el alumno es un joven adulto, debe de autoprocursarse la motivación y los mecanismos para aprovechar los conocimientos impartidos en clase. Sin embargo, no siempre se logra, debido a diversos factores como las deficiencias en niveles anteriores de aprendizaje, complejidad de los temas, recursos faltantes para su aprovechamiento, o simplemente los alumnos no tienen la suficiente motivación para sus estudios (Cortizo Pérez et al., 2011) citado por (Azueta León et al, 2018).

En el entorno de una escuela, la gamificación también ofrece ventajas muy importantes, como (Cortizo Pérez et al., 2011):

- Ventajas de la gamificación de cara a un alumno
  - Premia el esfuerzo: El alumno tendrá un factor muy palpable de que su esfuerzo es recompensado, ya que, no importando el premio, es algo que lo diferenciará de los demás.
  - Avisa y penaliza la falta de interés: También te puede ayudar en este sentido, ya que, si la actividad se empieza a hacer monótona, el propio participante cambiará su “actitud” ante la actividad y será notoria la desmotivación.

Enfoques de aprendizaje	Apoyo de la tecnología móvil
Aprendizaje Centrado de la Persona	Servicios dirigidos y personalizados
Aprendizaje Colaborativo	Conectividad inalámbrica a servicios de red
Aprendizaje Situacional	Movilidad de recursos, materiales y contenidos educativos.
Aprendizaje Contextual	Conciencia Contextual
Aprendizaje Ubico	Ubicuidad ( <i>pervasive</i> )
Aprendizaje permanente ( <i>Lifelong Learning</i> )	Reusabilidad, durabilidad, y permanencia de recursos y objetos de aprendizaje.

**Tabla 1:** Ventajas del Aprendizaje Móvil. Fuente: Burgos & Lozano (2007)

- Indica el momento exacto en que un alumno entra en una zona de “peligro”, es decir, se acerca al suspenso: Bien manejado, te permite llevar la guía o batuta de como “navega” el alumno dentro de la gamificación.
- Premia el trabajo extra: Esto es un factor muy importante, ya que algunos alumnos se esfuerzan más que otros, pero al no ver recompensa, se desmotivan y terminan trabajando menos. La gamificación premia el trabajo extra y permite que sea motivante para el alumno.
- Aporta una medida clara del desempeño de cada alumno: El desempeño se puede medir de manera más eficaz con la gamificación, debido a que la participación aumenta y la interacción en el salón de clases mejora.
- Propone vías para mejorar su nota en la asignatura, y para mejorar su currículum de aprendizaje: el objetivo del alumno siempre será que su calificación o currículum mejore, por lo que herramientas de gamificación son bien recibidas.
- Ventaja de cara al profesor
  - Supone una forma de fomentar el trabajo en el aula
  - Facilita premiar a los que en realidad se lo merecen
  - Permite un control automático del estado de los alumnos, descargando de tareas de gestión
- Ventajas para la institución
  - Puede ofrecer una medida del desempeño del alumno a sus padres
  - Es un sistema novedoso y efectivo

### Objetivo

El objetivo es determinar cuáles son los principales usos de los dispositivos móviles de los estudiantes en el laboratorio de cómputo del Instituto Tecnológico de Chetumal que servirán de referencia para el desarrollo de futuras actividades que apliquen la gamificación y que estén relacionadas con los mencionados usos.

### Pregunta de investigación

¿Qué efectos provoca el uso de dispositivos móviles en los estudiantes, mientras toman sus clases/prácticas en el laboratorio? Y ¿Qué papel juega los dispositivos móviles en la educación de los alumnos?

### Hipótesis

El uso más frecuente que los alumnos en el laboratorio de cómputo del Instituto Tecnológico de Chetumal, les dan a sus dispositivos móviles es para consultar sus redes sociales, así como la ejecución de juegos sencillos.

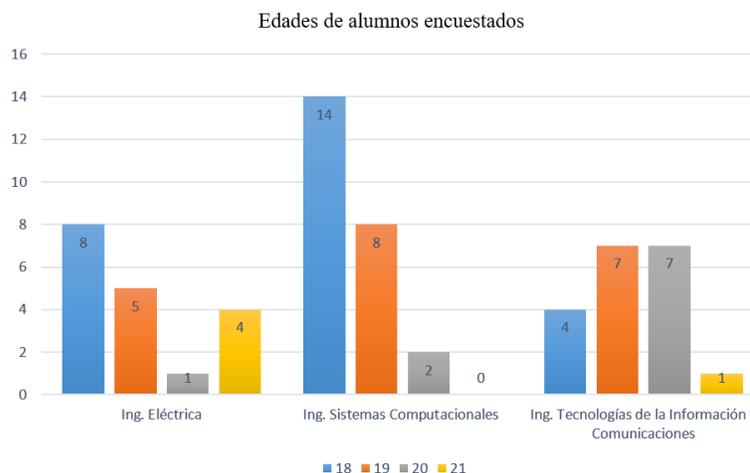
### Materiales y Métodos

Esta investigación toma lugar en el laboratorio de cómputo del Instituto Tecnológico de Chetumal donde se utilizó una encuesta, con escalamiento Likert como instrumento de recolección de datos para obtener información acerca de los usos que más frecuentan los estudiantes en sus dispositivos móviles.

El enfoque de la investigación es el cuantitativo ya que se busca analizar la realidad objetiva sobre el empleo de dispositivos móviles por los alumnos durante las clases.

Para este estudio nuestra población estuvo formada por los grupos de alumnos que tienen asignadas horas de clase en el laboratorio de cómputo del Instituto Tecnológico de Chetumal durante el periodo Enero – Junio 2019 de la cual fue extraída una muestra no probabilística, de selección de casos, específicamente de 3 grupos de alumnos con un rango de edad de entre 18 y 21 años (de recién Ingreso) como se indica en la gráfica 1, siendo en su mayoría

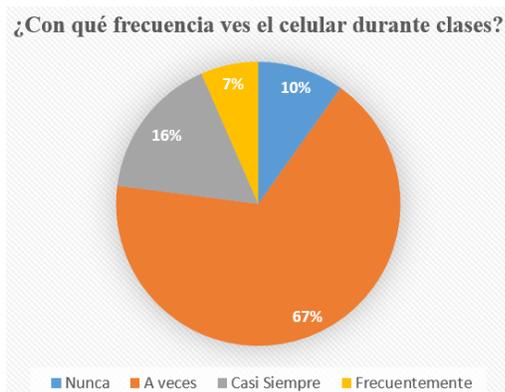
estudiantes varones, el primer grupo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de segundo semestre conformado por 17 hombres y 1 mujer, el segundo grupo de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de segundo semestre integrado por 20 hombres y 4 mujeres, finalmente el tercer grupo de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación de segundo semestre contando con 16 hombres y 3 mujeres.



Grafica 1: Edades de alumnos encuestados

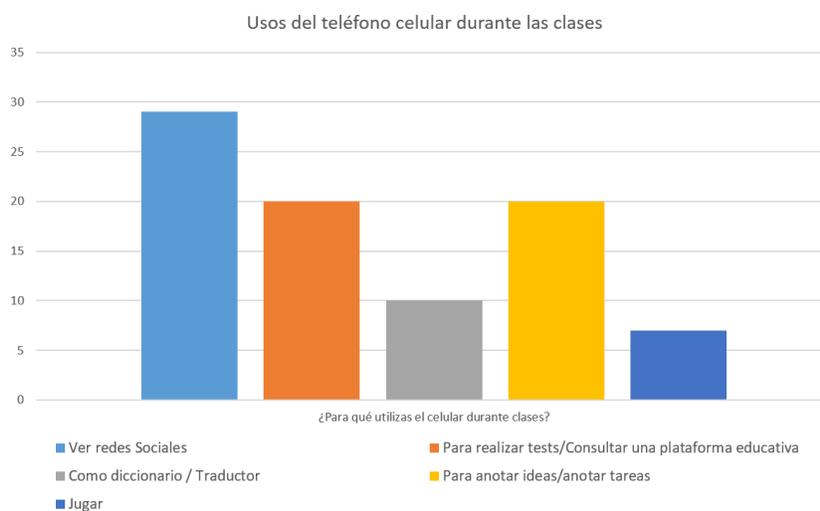
### Resultados

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de la encuesta resultó que del total de alumnos encuestados solo uno no cuenta con dispositivo móvil, es decir que casi el 100% de cada grupo de alumnos cuenta con al menos un teléfono celular con el cual se puede llevar a cabo el *m-learning* aplicando técnicas de gamificación. De igual forma, se obtuvo que el 90% de los estudiantes encuestados revisa su teléfono celular durante las clases como se muestra en la gráfica 2. También se obtuvo como resultado que el principal uso de los dispositivos móviles en este caso los teléfonos celulares fueron para la revisar las redes sociales con un 47.54% tal como se aprecia en la gráfica 3. Sin embargo, el porcentaje de uso de los teléfonos celulares en juegos fue el más bajo con solo el 11.47%, esto nos demuestra que los estudiantes realmente hacen uso del dispositivo móvil durante las clases y en su mayoría para la consulta de sus redes sociales tal y como se había planteado en la hipótesis inicial.



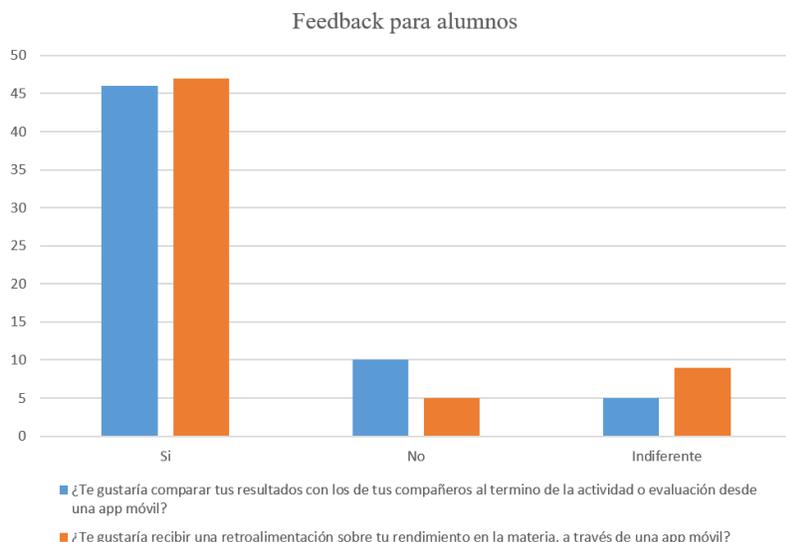
Gráfica 2: Frecuencia del uso del teléfono celular

Cabe destacar que se obtuvieron resultados que nos indican que a la mayor parte de los alumnos encuestados mencionan que les gustaría recibir retroalimentación sobre su rendimiento en la materia a través de sus dispositivos móviles con el 77% a favor, así como tener la posibilidad de comparar sus resultados con el de sus compañeros con un 75.4% como se puede observar en la gráfica 4. Del mismo modo los alumnos respondieron que en ciertas ocasiones sus profesores hacen uso de plataformas educativas o aplicaciones móviles como herramientas de apoyo para la materia.



Gráfica 3: Usos del teléfono celular durante las clases

Es decir que a pesar de que los alumnos cuenten con los dispositivos móviles y que la mayoría de ellos quieran hacer uso de las aplicaciones o plataformas para hacer las clases más interactivas, los profesores no suelen usar estas herramientas, limitando su potencial.



Gráfica 4: Feedback para alumnos

Otro dato que es importante señalar es que alrededor de 800 dispositivos están conectados a la red inalámbrica del Instituto Tecnológico de Chetumal entre los que se destacan los dispositivos con sistema operativo Android al ser mayor el número de usuarios esto en palabras del licenciado Cordero quien es el encargado de administrar la red del instituto.

### Conclusiones

Como conclusión se puede comentar que en efecto los alumnos hacen uso de sus dispositivos móviles durante las sesiones de clase y que el uso más frecuente de dichos

dispositivos es para la consulta de redes sociales. Del mismo modo, se concluye que los estudiantes están interesados o de alguna manera les agrada la idea de llevar a cabo las actividades de clase en sus dispositivos móviles ya que les permite obtener una retroalimentación sobre su rendimiento escolar, así como la posibilidad de comparar sus resultados con el de los demás compañeros creando un ambiente más social y de sana competitividad entre los alumnos.

### Recomendaciones

Antes de realizar actividades con dispositivos móviles se debe tomar en cuenta el nivel educativo de los alumnos porque la reacción o el impacto que se espera obtener podría variar según el grado del alumno, es decir que un alumno de segundo semestre no responderá de la misma manera que un alumno de octavo o noveno semestre. Otro factor a tomar en consideración es ir variando el tipo de actividad.

Se recomienda el uso de aplicaciones que usen la gamificación, con el objetivo que el alumno obtenga el interés adecuado inicial para la materia, que le permita conocer las bases u objetivos de la misma y le permita disfrutarlo al mismo tiempo. Posteriormente, la materia puede ser dada de forma tradicional, aplicando refuerzos con actividades gamificadas, con el fin de que el interés no disminuya. Por supuesto que, si una aplicación no se adecua a los objetivos de la implementación de la gamificación, siempre puede crearse una propia, mediante un proyecto de software.

### Referencias

- Aulablog (2014) Mobile Learning y Realidad Aumentada. [ebook] Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado. Recuperado de: [http://formacion.intef.es/pluginfile.php/119234/mod\\_resource/content/1/mlearningRA\\_09\\_14\\_B0\\_T1\\_qu%C3%A9smlearning.pdf](http://formacion.intef.es/pluginfile.php/119234/mod_resource/content/1/mlearningRA_09_14_B0_T1_qu%C3%A9smlearning.pdf).
- Azueta León, C., Hernández Castillo, N., Hernández Reyes, G. & Pech Góngora, M. (2018) ANÁLISIS DE UN SISTEMA WEB Y MÓVIL PARA LA GAMIFICACIÓN EN EL AULA, *Academia Journals Chetumal 2018*. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1nVmDjMjY8gBj17gKB5EywJuNYS42Ph05c>
- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F. M., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., & Pérez Martin, J. (2011). Gamificación y docencia: lo que la universidad tiene que aprender de los videojuegos. Recuperado de: <http://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/1750>
- Hernández Castillo, N., & Azueta León, C. (2018). CAPACITACIÓN EFECTIVA CON EL USO DE DISPOSITIVOS MÓVILES COMO HERRAMIENTAS EN LA GAMIFICACIÓN. *Academia Journals Chetumal 2018*. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1nVmDjMjY8gBj17gKB5EywJuNYS42Ph05c>
- Hernández Reyes, G. & Azueta León, C. (2018). IMPULSANDO LA EDUCACIÓN EN EL AULA POR MEDIO DE LOS RECURSOS TECNOLÓGICOS LIBRES DE GAMIFICACIÓN. *Academia Journals Chetumal 2018*. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1nVmDjMjY8gBj17gKB5EywJuNYS42Ph05c>
- Madrid Vivar, D., Mayorga Fernández, M., Núñez Avilés, F., (2013) APLICACIÓN DEL M-LEARNING EN EL AULA DE PRIMARIA: EXPERIENCIA PRÁCTICA Y PROPUESTA DE FORMACIÓN PARA DOCENTES. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. Recuperado de: [http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/27/pdf\\_19](http://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/27/pdf_19)
- Marcelino Aviles, R. & Arellano Martínez I. (2017) USO DEL MOBIL LEARNING COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE A DISTANCIA. *Eduqa VII Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación Virtual y a Distancia*. Recuperado de: [http://www.eduqa.net/eduqa2017/images/ponencias/eje4/4\\_15\\_Marcelino\\_Rogelio\\_-\\_USO\\_DEL\\_MOBIL\\_LEARNING\\_COMO\\_HERRAMIENTA\\_DE\\_APRENDIZAJE\\_A\\_DISTANCIA.pdf](http://www.eduqa.net/eduqa2017/images/ponencias/eje4/4_15_Marcelino_Rogelio_-_USO_DEL_MOBIL_LEARNING_COMO_HERRAMIENTA_DE_APRENDIZAJE_A_DISTANCIA.pdf)
- Rodríguez Arce, J. & Coba Juárez Pegueros, J. (2007) Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v8n15/2007-7467-ride-8-15-00363.pdf>
- Zamarripa Franco, R. (2015) *M-learning*: El aprendizaje a través de la tecnología móvil, desde la perspectiva de los alumnos de educación superior. *Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas – Red de Universidades Anáhuac, 2015*. Recuperado de: <https://www.virtualeduca.red/documentos/23/mlearning-perspectiva%20de%20alumnos%20universidad-Roman%20ZamarripaF.pdf>
- Zambrano C, J. (2009) Aprendizaje móvil (M-LEARNING) *Inventum No. 7 Facultad de Ingeniería Uniminuto - Diciembre de 2009*. Recuperado de: [https://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/ED/AV/AM/05/Aprendizaje\\_movil.pdf](https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/AV/AM/05/Aprendizaje_movil.pdf)

# VALORES, UNA FORTALEZA EN LOS UNIVERSITARIOS

Dra. Gladys Hernández Romero<sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Cuahonte Badillo<sup>2</sup>, Mtro. Carlos Alberto Paz Gómez<sup>3</sup>, estudiante Olga Ivett Reyes Alamilla<sup>4</sup>

**Resumen-** En este artículo se presenta la investigación utilizada para el desarrollo del respeto como valor fundamental en los jóvenes de la División Académica de Ciencias Económico Administrativas, perteneciente a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Mostrando como objetivo la importancia de los valores en cada persona al momento de interactuar con otras, tales como la familia, amigos, profesores, compañeros de clases, personas mayores, etc. Los resultados obtenidos muestran que los valores se adquieren dentro de la familia, por lo tanto, el papel de los docentes al fomentarlos solo sirve como una guía para la profesión. Siendo esto el efecto de formar profesionales competentes comprendiendo la ética como desempeño. Al dominar los valores como un hábito, el ser humano actúa de una manera distinta a otros, esto le da un plus y una distinta perspectiva de poder desempeñar sus conocimientos.

**Palabras claves-** Respeto, profesionales competentes, ética.

## Introducción.

La enseñanza de los valores en los jóvenes universitarios es de gran importancia. Por lo tanto, los estudiantes que se forman en las universidades deben de ser distinguidos por su competitividad en el desempeño laboral con principios éticos e ideológicos acorde a la exigencia de la profesión. La concepción de valores se dirige al desarrollo de los profesionales como un proceso complejo en el que intervienen diversos factores socioculturales.

Para una buena estructuración de los valores es indispensable saber el concepto de valor, esto a la vez conduce a la identificación y práctica de ciertas virtudes, con el propósito de inducir conductas correctas, tales como el respeto, la tolerancia, la honestidad, entre otros. (Aranda & Salgado, 2005, p. 33)

A partir de lo mencionado se realizó la presente investigación mediante criterios de diversos autores y resultados que fueron expresados en artículos publicados en distintas revistas.

De la misma forma se aplicaron 106 cuestionarios en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco especialmente en la División Académica de Ciencias Económico Administrativas, con la finalidad de verificar si los alumnos practican los valores en su vida diaria, tanto hacia sus padres, personas mayores, sus profesores, compañeros y amigos.

1

## Revisión de literatura.

### *Formación y desarrollo de los valores.*

El ser humano por su naturaleza empieza a adquirir valores a través de la infancia, esto concierne con la educación, a lo largo de su estructura académica se inculcan un sinnúmero hasta llegar a la educación universitaria y fomentar excelentes profesionistas con competencias, actitudes y valores.

“Los valores son las experiencias que día con día vamos adquiriendo a través de como observemos nuestro alrededor y le demos sentido a lo que preferimos.”(Barba & Alcántara, 2003, p. 18)

Los valores forman parte de cada individuo a través de su personalidad que se orienta a la manera en que actúan con respecto a la satisfacción de sus propias necesidades.

González, (2000, p.76) Señala que el universitario juega el papel de un ente pasivo que está en constante recepción de significados que se lleva en un proceso de comunicación entre profesores y estudiantes, por lo tanto, los adquiere para el desarrollo de sus valores.

Desde un punto filosófico se dice que los valores no son objetos, por ende, se entiende que son cualidades de conductas que cada ser humano debe de tener.

El desarrollo de los valores de cada persona se observa a través de la manera en que percibe y sabe desempeñar su conocimiento, pero algo muy importante es que aprenda nuevas cosas.

<sup>1</sup> Gladys Hernández Romero Dra. es Profesora e investigadora de administración en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [doctoragladys@hotmail.com](mailto:doctoragladys@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup>El Dr. Luis Carlos Cuahonte Badillo es profesor e investigador de administración de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

[cuahontebadillo@gmail.com](mailto:cuahontebadillo@gmail.com)

<sup>3</sup>Mtro.. Carlos Alberto Paz Gómez es profesor e investigador de administración de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [calpaz@hotmail.com](mailto:calpaz@hotmail.com)

<sup>4</sup>Olga Ivett Reyes Alamilla es estudiante de la Lic. En administración de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [ivettreyes24@gmail.com](mailto:ivettreyes24@gmail.com)

Elxpuru, Villardón & Yániz, (2011, p.6) Afirman que el desarrollo personal es algo indispensable y de mucha importancia ya que mediante este comportamiento se distingue la manera de ser en los aspectos sociales, de tal manera que es un conjunto de valores que un estudiante tiene que saber. También se menciona que el conocimiento es imprescindible para un excelente desempeño personal.

Como señala Gervilla (2004, p.3), “los valores:

1. Orientan nuestras acciones y decisiones.
2. Dan sentido a nuestra vida.
3. Construyen nuestra realización personal.
4. Interpretan la sociedad.
5. Fundamentan la cultura.”

Los valores se forman y desarrollan a través de la vida del ser humano mediante un proceso de educación en el que intervienen tres factores muy importantes el cual son: la familia, la escuela y la sociedad.

*El papel del docente al momento de fomentar los valores.*

Para que lo anterior se lleve a una buena aplicación es muy importante e indispensable que los docentes universitarios reciban una excelente preparación psicopedagógica, porque no sirve de nada que sean especialistas en su profesión sino van a poder enseñar de una manera adecuada la formación correcta de los valores.

A pesar de que el docente juega un papel muy importante, no es el primer obligado para desarrollar la educación en valores, ya que esto se tiene que cimentar en la familia.

Entonces, al momento de que un universitario concluya su desarrollo académico tendrá principios y valores, los cuales podrá aplicar para poder desempeñarse adecuadamente en el ámbito laboral, así que es de mucha importancia que los docentes transmitan un poco de su sabiduría y experiencia a los jóvenes universitarios para ser mejor cada día. (Chapa & Martínez, 2015, p. 10)

El profesor tiene el trabajo de transmitir a través de sus clases valores, es por ello que la principal determinante es saber cuáles de ellos se relacionan con los programas de estudio y las clases que imparta, para que se pueda llevar acabo.

*Competencias y compromiso ético en la educación universitaria.*

El objetivo de las universidades es formar profesionales competentes para poder servir eficazmente en el ámbito laboral, de tal manera que contribuyan a desarrollar un sentido ético que guie lo que sabe y se vea reflejado los valores que tiene en las acciones de sí mismo, es indispensable ya que muchas veces se pueden presentar situaciones diversas pero mediante estos conocimientos se pueden obtener muchas alternativas para poder seguir adelante.

Las competencias no solo contienen técnicas y conocimientos, comprometen la ética y los valores como elementos del desempeño. Mientras esta competencia se encuentre en constante estudio y actualización se ira agregando cierto valor el cual le dará fundamento. Así que la educación universitaria debe estar comprometida al desarrollo de los estudiantes e inculcando valores de una manera estricta. (Casares, Carmona, & Martínez, 2010, p. 6)

*¿Qué es educar en valores?*

Educar en valores, es “la acción planificada, intencionada, orientada y controlada que ejercen la familia, la escuela y la comunidad mediante el ejemplo personal en las actuaciones de los adultos responsabilizados con el cargo social de las nuevas generaciones” (Morell, p. 2)

Para poder educar en valores no es necesario enfocarse en como transmitirlos, sino observar las condiciones que debe de cumplir la escuela para que el estudiante pueda ir aprendiendo por sí mismo y los organice de tal forma que le permita desarrollarse con plenitud.

Se puede decir que los profesores ayudan a jerarquizar los valores que se tienen y que existen valores que identifican al individuo, que le dan nuevas perspectivas de capacidades, habilidades y fines que tengan propuestos en su vida. Teniendo como prioridad enseñar a resaltar los que ya posee, para lograr personas con excelencia y que se encuentren satisfechos consigo mismos. (Mazadiego, 2005, p.53)

Algo muy interesante y en el cual se puede distinguir a simple vista si una persona tiene una excelente formación de valores es observando su actitud, ya que mediante esta se expresan.

#### **Metodología.**

La presente investigación fue desarrollada en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en la División Académica de Ciencias Económico Administrativas, a estudiantes de las carreras de Lic. En Contaduría Pública, Lic.

En Administración y Lic. En Mercadotecnia. En este estudio se utilizó el método cualitativo, en el cual se aplicó un cuestionario con respuestas cerradas (Siempre, Casi siempre, Pocas veces, Nunca), que consto de 10 preguntas.

**Muestra.**

El estudio se basó en una muestra de ciento seis estudiantes de distintos semestres de tres de las cuatro carreras que cuenta la División.

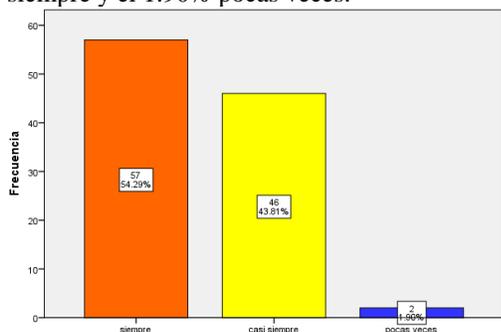
Los criterios para determinarla fueron basados en estudiantes regulares. Además, que al momento de aplicar los cuestionarios cursaran sus estudios en la modalidad presencial.

**Resultados.**

Aplicando la metodología se muestran los resultados obtenidos del cuestionario que fue aplicado a ciento seis estudiantes de la División Académica de Ciencias Económico Administrativas.

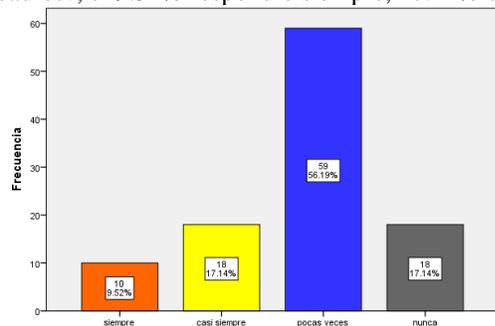
El 54.7% de los que contestaron el cuestionario eran mujeres y el 45.3% eran hombres. El ciclo en curso fue entre 4to y 11vo semestre. De los cuales el 17% eran de cuarto semestre, el 14.2% cursan el quinto semestre, 8.5% de sexto, 26.4% de séptimo, 9.4% de octavo, 13.2% de noveno, 5.7% de decimo y 4.7 de onceavo semestre.

Al preguntarles cuando se habla de valores nos referimos al respeto, tolerancia, igualdad, honestidad, ¿Con que frecuencia practicas esos valores hacia tus padres?, el 54.29% respondió que siempre los practica, 43.81% casi siempre y el 1.90% pocas veces.



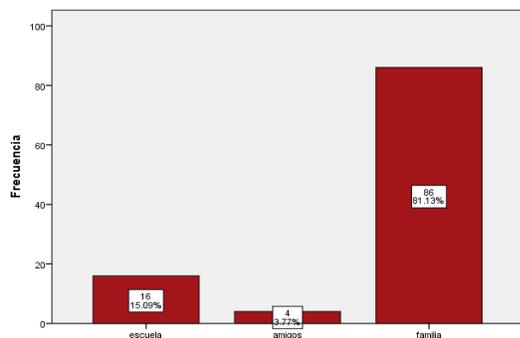
Grafica 1. Fuente: Elaboración propia. Frecuencia de aplicación de los valores hacia los padres.

¿Con que frecuencia hablas con tus compañeros sobre el respeto que los jóvenes universitarios deben tener hacia sus padres?, el 9.52% respondió siempre, 17.14% casi siempre, 56.19% pocas veces, 17.14% nunca.



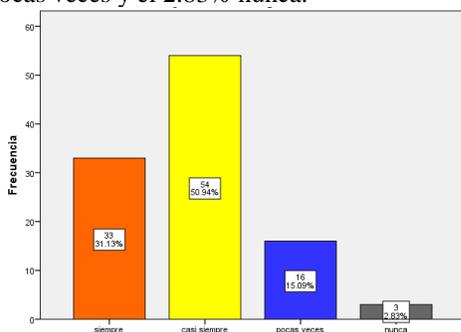
Grafica 2. Fuente: Elaboración propia. frecuencia con la que los universitarios hablan con sus compañeros acerca del respeto que deben tener hacia sus padres

¿Dónde consideras que se forjan los valores de los universitarios y estudiantes?, el 15.09% dieron la respuesta de que se fomentan en la escuela, mientras que el 3.77% considera que con los amigos y el 81.13% respondió que en la familia.



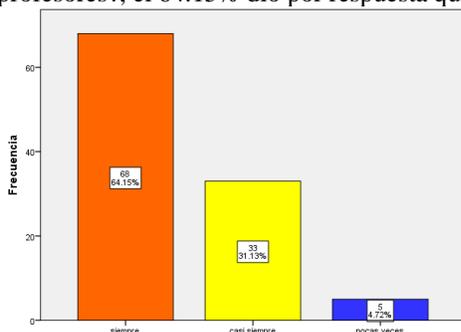
Grafica 3. Fuente: Elaboración propia. Opinión acerca de donde creen que se forjan los valores de los universitarios y estudiantes

Cuando se habla de valores nos referimos al respeto, tolerancia, igualdad, honestidad, ¿Con que frecuencia practicas esos valores hacia tus amigos?, el 31.13% respondió que siempre los practica, el 50.94% casi siempre, el 15.09% pocas veces y el 2.83% nunca.



Grafica 4. Fuente: Elaboración propia. Frecuencia con la que se practican los valores de respeto, tolerancia, igualdad y honestidad entre sus amigos

¿Con que frecuencia hablas con tus compañeros sobre el respeto que los jóvenes universitarios deben tener hacia sus profesores?, el 64.15% dio por respuesta que siempre, el 31.13% casi siempre y 4.72% pocas veces.



Grafica 5. Fuente: Elaboración propia. Frecuencia con la que se habla con sus compañeros sobre el respeto que los jóvenes universitarios deben tener hacia sus profesores

### Conclusiones.

Los resultados demuestran que es de mucha importancia que se fomenten los valores en los jóvenes universitarios, ya que es el futuro de nuestro país el que se encuentra en nuestras propias manos. La importancia de adquirirlos y ponerlos en práctica fundamenta un buen hábito como excelentes profesionistas, aptos para el ámbito laboral. Para obtener estas frecuencias se requieren universidades con profesores preparados que logren transmitir la enseñanza de valores.

En los porcentajes mostrados anteriormente, se puede observar que el universitario siempre desarrolla sus valores en especial al momento que se encuentra con sus padres, entonces se revelo que la raíz primordial de aprendizaje se encuentra en la familia, es la rama esencial para cada estudiante y es afirmado en la pregunta ¿Dónde consideras que se forjan los valores?

De igual forma recae el respeto en los amigos, no es muy practicado, ya que las respuestas dadas afirman que la mayoría de los alumnos casi siempre practica los valores entre grupos de amigos. Lo más interesante es que los estudiantes con frecuencia interactúan sobre el respeto que deben tener hacia los profesores, por lo que dan respuesta que siempre y casi siempre.

### Referencia

- Álvarez, J. Rodríguez, C. & Lorenzo, O. "Investigación sobre los valores de los jóvenes universitarios españoles. Un estudio comparado," *Revista internacional de ciencias sociales y humanidades* (en línea), *SOCIOTAM*. Vol.17, No.1, 2007, consultada en internet el 7 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://www.redalyc.org/html/654/65417102/>
- Aranda, J. & Salgado, E.. "La formación de valores en el ser humano," *Innovación Educativa* (en línea). Vol.5, No.28, 2005, consultada por internet el 9 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179421470004>
- Barba, L. & Alcántara, A. "Los valores y la formación universitaria," *Reencuentro* (en línea). No.38, 2003, consultada por internet el 9 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34003803>
- Bolívar, A. "EL lugar de la ética profesional en la formación universitaria," *Extensión universitaria*. (en línea), Vol.10, 2005, consultada por internet el 10 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/273>
- Casares, P. Carmona, G. & Martínez, F. "Valores profesionales en la formación universitaria," *Revista electrónica de investigación educativa* (en línea). Vol.12, No.2,2010, consultada por internet el 13 de marzo del 2019. Dirección de internet: <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/252/1284>
- Chapa, P. & Martínez, T. "Valores Universitarios en los Jóvenes Estudiantes de la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública, UANL," *Revista iberoamericana para la investigación y desarrollo educativo* (en línea). Vol.6, No.11,2015, consultada por internet el 13 de marzo del 2019. Dirección de internet: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/127/565>
- Elexpuru, I. Villardón, L. & Yáñez, C. "Identificación y desarrollo de valores en estudiantes universitarios," *Educación* (en línea). 2011, consultada por internet el 14 de marzo del 2019. Dirección de internet: [http://www.revistaeducacion.educacion.es/doi/362\\_158.pdf](http://www.revistaeducacion.educacion.es/doi/362_158.pdf)
- González, V. "La educación de valores en el curriculum universitario. Un enfoque psicopedagógico para su estudio," *Educación media superior* (en línea). Vol.14, No. 1, (2000, consultada por internet el 14 de marzo del 2019. Dirección de internet: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412000000100010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412000000100010&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Morel, A. "Los valores en el estudiante universitario. Consideraciones desde la educación superior en cuba," *Atlante. Cuadernos de educación y desarrollo* (en línea), 2014, consultada por internet el 12 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://atlante.eumed.net/valores-estudiante/>
- Mazadiego, T. "Propuesta humanística para la clarificación de valores en estudiantes universitarios". (Tesis para obtener el grado de Doctor en investigación psicológica) México.

# ANÁLISIS DE LA CINEMÁTICA DE UN MANIPULADOR UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE GEOGEBRA EN CONTEXTO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

M.C. José Hernández Ruiz<sup>1</sup>, M.C. Julio Acevedo Martínez<sup>2</sup>,  
Ing. Fernando Chávez Valdivia<sup>3</sup>, M.C. Edgar Azael Gutiérrez Rodríguez<sup>4</sup> y M.C. Víctor Herrera Ambriz<sup>5</sup>

**Resumen** -El trabajo de experiencia docente expone una propuesta de metodología de campus viviente, a través de la construcción de ambientes de aprendizaje que generen en los estudiantes las competencias en las áreas de matemáticas e ingeniería mecánica, específicamente en la asignatura de diseño asistido por computadora, en el tema de robótica. El estudiante posiciona puntos de la cinemática de un robot en el espacio R<sup>2</sup>, a través de la correcta aplicación de conceptos de álgebra lineal y cálculo vectorial con el uso del software libre Geogebra 5.0, de esta forma, el profesor puede validar la naturaleza semiótica de las expresiones, en el proceso de construcción del conocimiento del movimiento del robot en 2D. Al término de la secuencia didáctica se logra el aprendizaje autónomo con la elaboración de la aplicación para un modelo en 3D.  
**Palabras clave**.- conocimiento, software libre, de ambiente aprendizaje, campus viviente

## Introducción

En la actualidad se tienen nuevos retos en la educación, por lo que el docente debe de innovar en su práctica aplicando metodologías de modelado matemático utilizando software libre, estas metodologías pueden ser inéditas o propuestas por diversos autores (Carmona, 2014;2016b).

Para Tamayo (2006) “Las representaciones semióticas hacen referencia a todas aquellas construcciones de sistemas de expresión y representaciones que pueden incluir diferentes sistemas de escritura, como números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etc. Cumplen funciones de comunicación, expresión, objetivación y tratamiento”.

Para mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos, se emplean representaciones que permiten la asimilación de las estructuras complejas, lo que implica desde una perspectiva cognitiva, que para la total comprensión de las nociones matemáticas es preciso emplear y coordinar más de un sistema representación (Macías, 2014).

Vicente Carrión, establece “Obsérvese que no se habla de visualizar un diagrama, sino de visualizar un concepto o problema. Esto último significa formar una imagen mental del diagrama; una buena observación de un problema significa entenderlo específicamente”. La visualización en matemáticas es un proceso de formación de imágenes en este caso en particular, con la ayuda de tecnología, utilizarla con efectividad para la comprensión de las nociones matemáticas (Carrión, 1999).

Cuando el alumno adquiere los conceptos a través de registros visuales, es capaz de manipularlos a través de un razonamiento puramente matemático, se establece que tiene la comprensión de las imágenes, por lo que se lleva un proceso cognitivo en la comprensión de los conceptos matemáticos inmersos en la cinemática de un robot. Todo esto con el fin de que el alumno esté relacionado con la aplicación de las diferentes asignaturas a problemáticas reales.

<sup>1</sup> José Hernández Ruiz, es Profesor del Departamento de Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes, [ingjosehernandezruiz@hotmail.com](mailto:ingjosehernandezruiz@hotmail.com)

<sup>2</sup> Julio Acevedo Martínez, es Profesor del Departamento de Ingeniería Metal-Mecánica en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes [julius.itpa@gmail.com](mailto:julius.itpa@gmail.com)

<sup>3</sup> Fernando Chávez Valdivia es Profesor del Departamento de Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes, [ingferchavez@hotmail.com](mailto:ingferchavez@hotmail.com)

<sup>4</sup> Edgar Azael Gutiérrez Rodríguez, es Profesor del Departamento de Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes. [coordenadasrectangulares@gmail.com](mailto:coordenadasrectangulares@gmail.com)

<sup>5</sup> Víctor Herrera Ambriz, es Profesor del Departamento de Ingenierías en el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes. [mks\\_vito@hotmail.com](mailto:mks_vito@hotmail.com)

La cinemática como una rama de la física describe el movimiento de un objeto mientras se ignoran las interacciones con agentes externos que pueden causar o modificar dicho movimiento. (Serway y Jewett, 2008).

La cinemática directa de un manipulador se utiliza para describir la posición de los elementos del sistema en el espacio tridimensional por medio de descomposición algebraica teniendo en cuenta una referencia fija, este tiene una serie de eslabones unidos que toman su punto de referencia de la parte fija, la solución se reduce en tomar los ángulos  $\theta$  para cada eslabón y obtener las coordenadas de los puntos  $P_x$ ,  $P_y$ , y  $P_z$ , este se puede resolver por el método de DenavitHartenberg empleando matrices homogéneas donde se tendrá la ubicación de un eslabón respecto al otro, reduciendo a encontrar la matriz homogénea de transformación T.(Craig, J. J. 2006).

### Simulaciones para modelado de robots:

El software **Cosimir**Educacional permite modelar, diseñar y simular sistemas de producción robotizados y solamente se pueden programar, simular y modelar robots de marca FANUC, KUKA, Mitsubishi, Reis y Stäubli.(CosimirEducacional).

Una de las herramientas que actualmente se utilizan más en la ingeniería es MATLAB. Este programa, tiene entre otras características particulares su posibilidad de ampliación por medio de las denominadas ToolBox (Cajas de Herramientas). MATLAB es el nombre abreviado de "MATrixLABoratory" y es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular puede también trabajar con números escalares, tanto reales como complejos. Una de las capacidades más atractivas es la de realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones.

El software SolidWorks nos permite llevar a cabo la medición del Ángulo de Euler en un robot, el cual toma en cuenta que la orientación de un sistema de coordenadas en relación con otro, se define por una secuencia de tres rotaciones sucesivas. Los tres ángulos de Euler definen una secuencia de rotaciones fijas de sólido.

Los tres ángulos de Euler,  $\Psi$ ,  $\Theta$  y  $\Phi$  en los resultados de Análisis de movimiento son la secuencia de los ángulos de rotación de los ejes Z, X y Z medidos con respecto al sólido del sistema de coordenadas de rotación.

### Descripción del Método

La secuencia didáctica que se propone se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Aguascalientes con alumnos de noveno semestre de la carrera de ingeniería mecánica, en la materia de Ingeniería Auxiliada por Computadora. Las etapas se describen a continuación:



- Aplicación de encuesta. (Se evalúan competencias previas de la matemática inmersa en la cinemática de un manipulador y del nivel de uso de software Geogebra 5.0 en sus cursos de matemáticas).
- Impartición de clase taller. (Se abordaran las competencias de la materia de álgebra lineal, los conceptos de multiplicación y suma matricial así como las matrices de transformación lineal.)
- Simulador para manipulador 2D. (Se construye el simulador en Geogebra).
- Construcción autónoma de simulador 3D.

### Desarrollo del método

Para los alumnos que cursan la materia ingeniería auxiliada por computadora de la carrera de ingeniería mecánica, se le aplicó una encuesta en la que se les cuestiono su conocimiento sobre matemática para el cálculo de la cinemática de un manipulador de 2 grados de libertad (GDL), principalmente sobre los ángulos de Euler, esto con la finalidad de conocer el dominio de los algoritmos que realizan los software de licenciamiento utilizados (Matlab, Solidworks y Cosimir), además de conocer su manejo con el Geogebra.

En el análisis de manipulador 2D está inmersa la aplicación de los conceptos matemáticos vistos en la materia de álgebra lineal, el cambio de posición de un elemento lo describe el producto una matriz de transformación por el vector posición, donde la matriz de transformación es una matriz de rotación para el plano x-y.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad T = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\text{sen}(\theta) \\ \text{sen}(\theta) & \cos(\theta) \end{pmatrix}$$

Para agregar más elementos y grados de libertad se deberá crear una matriz de transformación por cada grado de libertad.

En la fig. 1, se observa la representación de un sistema manipulador en 2D de 2 grados de libertad.

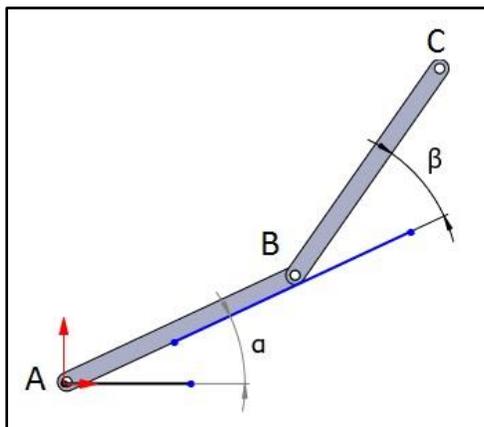


Fig. 1. Esquema de un manipulador en 2D con 2 grados de libertad.

A partir del esquema de manipulador propuesto se seguirán las siguientes indicaciones para desarrollar el simulador en Geogebra 5.0.

**Construcción del elemento A-B**

	Instrucción	Código
1	Insertar un punto A.	$A = (0,0)$
2	Crear una matriz "PAi" con las coordenadas rectangulares del punto A.	$PAi = \{\{x(A)\}, \{y(A)\}\}$
3	Crear una matriz "PBi" con la coordenadas rectangulares del punto B que utilice la referencia de A mas un incremento que será la longitud del segmento A-B.	$PBi = \{\{x(A) + 1\}, \{y(A) + 0\}\}$
4	Insertar un deslizador tipo ángulo "α".	
5	Crear una matriz de rotación "T1".	$T1 = \{\{\cos(\alpha), -\text{sen}(\alpha)\}, \{\text{sen}(\alpha), \cos(\alpha)\}\}$
6	Crear una matriz de posición final "PBf" de B.	$PBf = PAi + T1 * (PBi - PAi)$
7	Insertar el punto B con los elementos de la matriz "PBf".	$B = (\text{Elemento}(PBf, 1,1), \text{Elemento}(PBf, 2,1))$
8	Crear segmento "AB".	$AB = \text{Segmento}(A, B)$

**Construcción del elemento B-C**

	Instrucción	Código
1	Crear una matriz "PCi" con las coordenadas rectangulares del punto C que utilice la referencia de B más un incremento que será la longitud del segmento B-C.	$PCi = \{\{x(B) + 1\}, \{y(B) + 1\}\}$
2	Insertar un deslizador tipo ángulo "β".	
3	Crear una matriz de rotación "T2".	$T2 = \{\{\cos(\beta), -\text{sen}(\beta)\}, \{\text{sen}(\beta), \cos(\beta)\}\}$
4	Crear una matriz de posición final "PCf" de C.	$PCf = PBf + T1 * T2 * (PCi - PBf)$
5	Insertar el punto B con los elemento de la matriz "PCf".	$B = (\text{Elemento}(PBf, 1,1), \text{Elemento}(PBf, 2,1))$
6	Crear segmento "BC".	$BC = \text{Segmento}(B, C)$

Como resultado tenemos la vista grafica de un sistema mecánico eslabonado de dos elementos, donde cada uno puede rotar con uno de sus extremos como eje, y como parte sustancial es que el alumno puede manipular y al mismo tiempo observar el movimiento y como cambia los valores en la matriz de transformación, cosa que no hacen algunos software de licenciamiento.

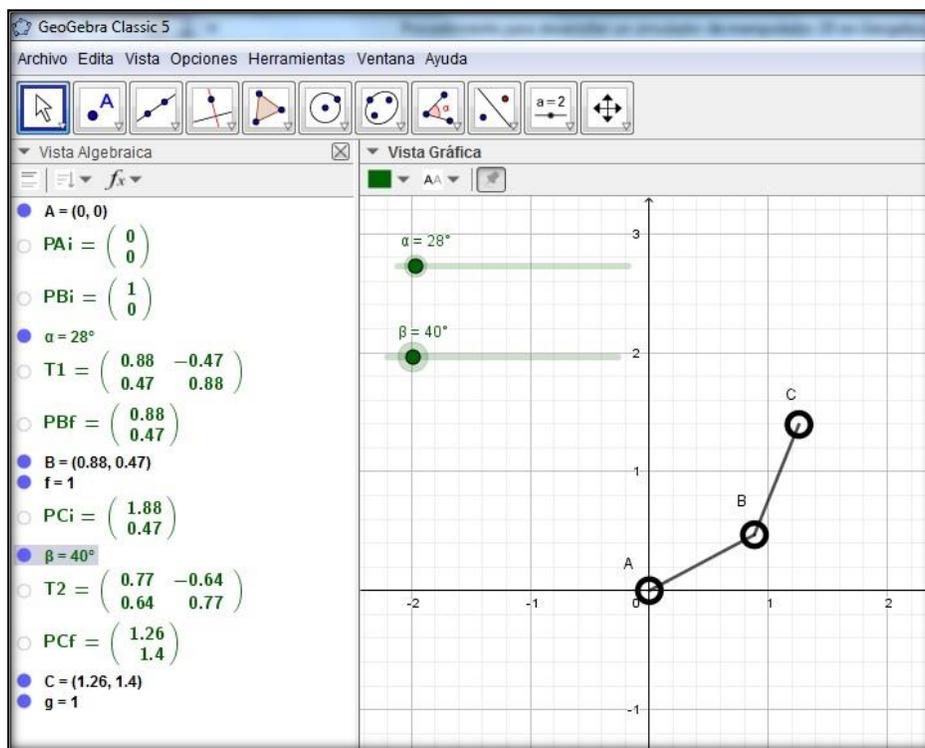


Fig. 2 Simulación de manipulador en 2D en Geogebra 5.0.

### Simulaciones en 3D

Una vez que el alumno comprende cómo realizar la simulación en 2D, se le proporciona las matrices de rotación para un sistema tridimensional.

#### Matrices de transformación en R3

##### Rotación alrededor del eje x

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

##### Rotación alrededor del eje y

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix}$$

##### Rotación alrededor del eje z

$$\begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ya que el procedimiento es similar del 3D al 2D se les asigna un determinado tiempo para que ellos exploren el alcance de la metodología mostrada, donde su iniciativa y creatividad les permite realizar simulaciones de manipuladores de “n” número de elementos y de grados de libertad.

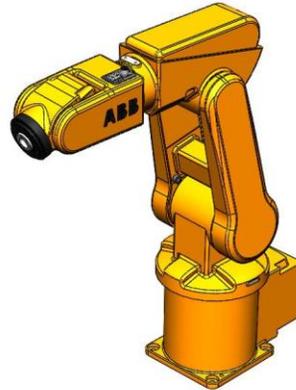


Fig. 3 Manipulador de 5 grados de libertad

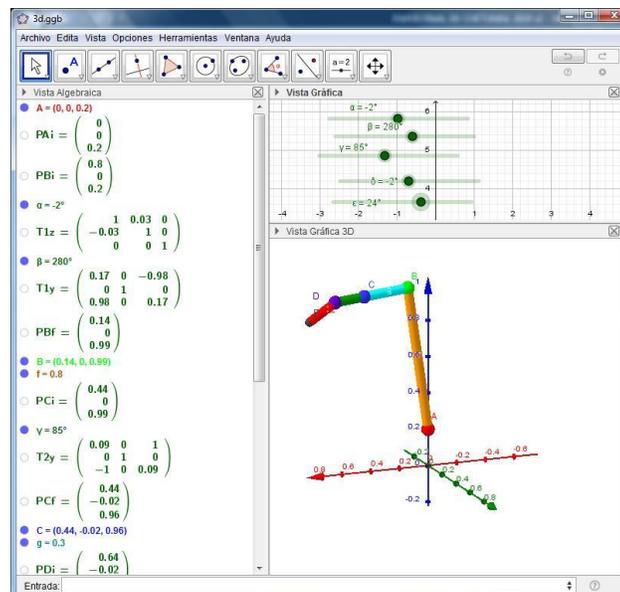


Fig. 4 Simulación de manipulador de 5 grados de libertad en Geogebra 5.0.

### Conclusiones

Al final de esta secuencia didáctica se observó que un porcentaje alto de los alumnos, comprendieron la matemática utilizada para analizar, resolver el problema de la cinemática directa, así como se les creó la inquietud y motivación de desarrollar un análisis de un simulador en el software Geogebra, más complejas o con más grados de libertad.

### Referencias

- O. E. Tamayo Alzate, «Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas,» *Revista Educación y Pedagogía*, vol. XVIII, n° 45, pp. 37-49, Mayo-Agosto 2006.
- J. Macías Sánchez, «Los registros semióticos en matemáticas como elemento personalizado en el aprendizaje,» *Revista de Investigación Educativa Conect@2*, pp. 27-57, 2014.
- V. Carrión Miranda, «Álgebra de Funciones mediante el proceso de visualización,» *Revista Iberoamericana de Educación*, 1999.
- Serway, R., y Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. México, D.F.: CengageLearning Editores, S.A. de C.V.
- Craig, J. J. (2006). Robótica. México: Pearson Prentice Hall.
- CosimirEducatonal: <http://www.festo-didactic.com/es-es/servicio-y-asistencia/printed-media/manuales/manual-cosimir-educational-4.1.htm>
- [http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1452/mod\\_resource/content/0/MatLab\\_y\\_Robotica.pdf](http://www.elai.upm.es/moodle/pluginfile.php/1452/mod_resource/content/0/MatLab_y_Robotica.pdf)
- [http://help.solidworks.com/2016/spanish/SolidWorks/motionstudies/c\\_euler\\_angle\\_results.htm?id=a80848245eda492d920ba06534694417#Pg0](http://help.solidworks.com/2016/spanish/SolidWorks/motionstudies/c_euler_angle_results.htm?id=a80848245eda492d920ba06534694417#Pg0)

# MONITOREO DE INFORMACIÓN DE SINIESTROS CARRETEROS MEDIANTE REDES SOCIALES: CASO ESTRELLA ROJA

Adrián Hernández Velázquez<sup>§</sup>  
Teodoro Alarcón Ruiz<sup>α</sup>

## Resumen

Este documento presenta el resultado de un proyecto de residencia profesional que se llevó a cabo en la empresa Autobuses México Puebla Estrella Roja S.A. de C.V. la cual tiene como giro el transporte de pasajeros provenientes del estado de Puebla con destino a la CDMX (Ciudad de México) y viceversa. Al ser una empresa dedicada al transporte de pasajeros, tiene presente el constante riesgo de siniestros carreteros debido al estado físico del camino, la carga vehicular y eventos naturales durante el tránsito. La anterior, cuenta con el Centro de control y Monitoreo (C.C.M.) que se encarga de controlar el flujo de información de los sucesos en las carreteras y reporta a las autoridades y a los encargados de otras áreas sobre los siniestros suscitados. Sin embargo, en ocasiones se han presentado errores u omisiones por parte de los monitoristas el cual retrasaba el tiempo de respuesta para apoyar a los operadores ante una situación de emergencia. Con base a lo anterior, se tuvo la necesidad de generar un sistema de monitoreo de información que tuviera mayor certeza y exactitud sobre los siniestros teniendo como aliados principales las redes sociales.

**Palabras Clave:** Transporte, Redes Sociales, base de datos, Flujo de Información

## Introducción

Los accidentes viales y siniestros carreteros son temas que preocupa a las empresas que se dedican al servicio de transporte de personas debido a los efectos que tienen como son las pérdidas materiales pero las más importantes que son las humanas. En este sentido, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) a través del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en el año 2015 creó la Red de Investigación de Accidentes Viales (RTIV) con el fin de disminuir la estadística de siniestros carreteros con base a las recomendaciones hechas por técnicos y científicos en temas de transporte y movilidad. De acuerdo con la organización Mundial de la Salud (OMS) argumenta que a pesar de la aplicación de estrategias de prevención y vigilancia en el tránsito carretero, el número de accidentes y sobre todo las defunciones que se registraron siguen siendo alta, en la siguiente tabla se argumenta esta realidad de acuerdo al IMT en el Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2017).

<sup>§</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Avenida Tecnológico 420. Colonia Maravillas 72220. Correo: adrianhv91@gmail.com

<sup>α</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Puebla. Avenida Tecnológico 420. Colonia Maravillas 72220. Correo: teodoro.alarcon@itpuebla.edu.mx.

**Figura 1** Fotografía de la inauguración de la empresa

Entidad	Colisiones	Colisiones con víctimas	Muertos	Lesionados	Daos materiales (miles de dólares)	Vehículos	Costo de los accidentes (miles de dólares)	Jerarquización
Aguascalientes	179	116	49	204	546.0	306	34,997	20
Baja California	377	171	83	239	1,192.3	604	50,372	17
Baja California Sur	201	104	47	140	507.3	283	28,757	25
Campeche	193	73	33	112	890.2	277	21,906	28
Coahuila	168	107	69	153	495.5	265	37,445	19
Colima	159	92	29	117	893.7	235	20,962	30
Chiapas	676	211	116	421	2,584.2	1037	78,808	6
Chihuahua	454	237	124	301	2,430.7	621	71,075	11
Ciudad de México	67	50	21	86	299.9	113	14,942	32
Durango	227	147	76	294	1,376.6	324	52,881	16
Guanajuato	661	391	186	673	3,266.9	1172	125,311	2
Guerrero	391	165	131	310	1,666.9	624	73,498	10
Hidalgo	262	105	55	146	1,100.3	478	32,623	22
Jalisco	494	225	193	333	2,490.3	847	97,662	4
México	598	302	196	474	3,641.9	1054	111,992	3
Michoacán	474	176	132	260	2,424.0	711	70,293	12
Morelos	216	70	23	126	1,000.8	386	19,777	31
Nayarit	252	88	53	117	1,661.5	410	29,998	24
Nuevo León	588	220	116	365	3,710.7	923	75,111	8
Oaxaca	307	161	50	297	1,172.5	527	43,978	18
Puebla	367	190	121	280	1,497.5	662	67,300	13
Querétaro	354	113	56	166	1,339.8	666	34,930	21
Quintana Roo	185	84	52	92	671.6	301	26,510	26
San Luis Potosí	420	228	142	291	2,340.0	708	76,324	7
Sinaloa	322	204	96	303	1,391.3	510	60,562	14
Sonora	261	178	81	313	1,604.6	416	56,468	15
Tabasco	438	116	45	163	1,338.0	733	30,880	23
Tamaulipas	426	239	135	441	2,711.2	683	87,203	5
Tlaxcala	240	82	17	171	753.1	420	21,338	29
Veracruz	1291	593	269	891	6,242.0	2137	175,657	1
Yucatán	185	91	30	168	852.2	278	25,657	27
Zacatecas	450	240	95	463	2,072.2	677	74,678	9
<b>Total nacional</b>	<b>11,883</b>	<b>3,589</b>	<b>2,921</b>	<b>8,910</b>	<b>56,165.56</b>	<b>18,388</b>	<b>1,829,896</b>	<b>-</b>

Fuente: I.M.T. a partir de la base de información de la P.F.

Con base a lo anterior, es evidente que en México, para el 2017 en la red carretera federal integrada por más 50 mil kilómetros, se registraron alrededor de 11,000 colisiones y más de 5 mil colisiones con víctimas que lamentar, estos datos han representado una pérdida económica mayor a 56 mil dólares los cuáles repercuten en una parte a las empresas de transporte de personas.

### Empresa Estrella Roja

Ante el panorama estadístico de los siniestros carreteros, las empresas de autotransporte y en específico las de servicio de pasajeros están comprometidas en ofrecer servicios de calidad y mayor aún en responder de manera inmediata a los siniestros carreteros que se pueden presentar. Una de las empresas que está a la vanguardia de ofrecer servicios de calidad, puntualidad y confort es La empresa Autobuses México Puebla Estrella Roja S.A. de C.V. Esta empresa, cuenta con el servicio de transporte de pasajeros provenientes de la ciudad de Puebla con destino a la CDMX (Ciudad de México) y viceversa. Al saber que hoy en día se trabaja bajo el esquema de valor agregado al servicio de transporte, es crítico que el usuario pierda tiempo en la carretera por situaciones de siniestros y contando además si hubo lesiones físicas que comprometa su salud y propiamente su vida.

Estrella Roja es una empresa dedicada al transporte de personas, inició operaciones el 18 de mayo 1945 por un grupo de emprendedores mexicanos los cuales determinaron crear un servicio para la movilidad de pasajeros que tenían la necesidad de viajar de la ciudad de Puebla al Distrito Federal (nombrado así en aquellos años) a razón que

en la época de los cuarentas se tenía que esperar la ruta que venía de la ciudad de Veracruz hacia el Distrito Federal y Puebla solo era lugar de parada<sup>1</sup>.

**Figura 1** Fotografía de la inauguración de la empresa



**Fuente:** <http://caminosamerica.blogspot.com/2010/06/blog-post.html>

Al paso de 70 años la empresa ha trabajado para estar a la vanguardia de ofrecer servicios de calidad, seguridad y puntualidad. Con base a lo anterior, en el año 2014 adquiere la mejor tecnología para el control y movilidad de su transporte con el objetivo de brindar un monitoreo y dar seguimiento a los vehículos durante los recorridos las 24 horas del día y los 365 días del año. En este sentido, se creó el Centro de control y Monitoreo (CCM) con la finalidad de controlar el flujo de información de los sucesos en los caminos y reporta a las autoridades o a los encargados de otras áreas sobre aquellos eventos que puedan afectar las operaciones de la empresa y agilizar la atención de emergencia médica en caso de presentar daños físicos al conductor y los pasajeros.

**Figura 2** Fotografía del área de Control de Información



**Fuente:** Acervo fotográfico de los Autores.

La forma en la que operaba el departamento de CCM presentaba en algunos casos información y comunicación que dejaba en evidencia errores u omisiones por parte de los monitoristas el cual retrasaba el tiempo de respuesta para apoyar a los operadores en ruta. Por otro lado, el área manejaba formatos donde se realizaban los reportes de forma lenta y confusa ya que dependían de la experiencia e interpretación sobre los datos relevantes para el informe de los sucesos que se presentaban en la jornada de monitoreo.

<sup>1</sup> Información completa disponible en: <https://estrellaroja.com.mx/>

También, se tenía problemas con el flujo de información y específicamente con los noticieros y páginas oficiales de internet, debido a que en algunos casos no transmiten la información de un suceso en tiempo real.

Por lo tanto, fue importante medir y mejorar la capacidad de respuesta de CCM para el manejo del tráfico de información el cual conllevó a un aviso oportuno a los operadores y a las áreas responsables de cualquier eventualidad registrada en la carretera para que tomen las precauciones correspondientes.

### Las Redes Sociales, el mejor aliado

La comunicación entre las personas ha sido una necesidad prioritaria, a través de un lenguaje y una idea a comunicar se generan acuerdos y se ejecutan en común. Hutt, 2012 argumenta que la comunicación es una esencia natural del hombre y logra una dinámica natural y espontánea. Debido a la creciente necesidad de la misma y con la evidente ampliación semántica de la sociedad, el ser humano ha diversificado múltiples formas de comunicación; el inicial, data del año 1930 con la invención del Teletipio<sup>2</sup> el cual observó la primera forma de comunicación vía remota. Posteriormente, ante el avance tecnológico se inventaron otras formas como la telefonía, y el fax.

Sin embargo, la revolución de la comunicación se originó en los años 60 con la invención de la red internacional de comunicación, también conocida como “Internet” que permitió la prontitud de la transmisión de información de un lugar a otro; en este sentido, personas de diferentes partes del mundo comenzaron a interactuar con ambientes más allá de su espacio de origen y por consiguiente a comunicarse entre sus pares. Lo anterior, dio paso a sistematizar las formas y momentos de interacción hasta llegar al grado de una adaptación tecnológica revestida con bases de información donde surgió el correo electrónico, los sitios web y principalmente las Redes Sociales.

Existen varias ideas para precisar el concepto de Redes Sociales; en este sentido, se comienza a definir que una *red* de comunicación es un escenario para la interacción social (Parra, 2010) donde las personas manifiestan la necesidad de comunicar ideas, hechos, problemas e información de interés tanto individual y colectiva a través de la web.

Figura 3 Imagen de las diferentes redes sociales



Fuente: Tomada de Internet

Con base a lo anterior, la sociedad contemporánea ha utilizado las redes sociales como un medio para estar “Conectados con el mundo” es decir, tiene acceso a través de un dispositivo móvil para ver y escuchar los acontecimientos que pasa a su alrededor sin estar presente. En este sentido, una red social es una herramienta de comunicación dentro de la sociedad para que ésta pueda compartir y difundir información de diversas áreas de conocimiento.

<sup>2</sup> Un teletipo (del francés *Télétype*), o télex (del inglés *telex*) es un dispositivo telegráfico de transmisión de datos, ya obsoleto, utilizado durante el siglo XX para enviar y recibir mensajes mecanografiados punto a punto a través de un canal de comunicación simple, a menudo un par de cables de telégrafo.

El creciente uso de las redes sociales ha propiciado que la información se propague de manera inmediata en los medios masivos de comunicación; este hecho, ha sido un factor sustancial para advertir e informar de manera pronta algunos eventos como accidentes, caos en algún espacio y dar a conocer sobre desastres ambientales. Por ejemplo: la red social Facebook existen noticieros informativos que comunican de manera inmediata algún suceso para alertar a la población y a las autoridades para su atención.

**Figura 3** Imagen de uso del Facebook informativo



Como es el caso anterior, existen más y diferentes medios de información que a través del uso de las redes sociales sirven para alertar a las personas y buscan la manera de estar informados; en este sentido, el desarrollo de las distintas plataformas para redes sociales fueron diseñadas para lograr la empatía comunicacional y poder interactuar fácilmente con la misma.

Sin embargo, es importante reconocer que; por otro lado, el uso de las redes sociales ha requerido un grado de conciencia, cultura y responsabilidad debido a que en algunos casos se han utilizado más allá de lo informativo como sería el acoso cibernético, bullying, noticias falsas entre otras. En este sentido, López Zapico et al, 2013 recomiendan que es de suma importancia el uso precavido y prudente de las redes sociales; en este sentido, se concluye que si bien las redes sociales es una herramienta para informar y prevenir eventos desafortunados, también puede causar malestar a las personas y por ende, se pierde el valor y propósito por las cuales fueron creadas.

### **Estrategia de Uso de las Redes Sociales para Informar sobre Siniestros Carreteros en el CCM.**

Con el propósito de mejorar algunas de las actividades con mayor impacto del Centro de Control y Monitoreo (CCM) de la empresa Estrella Roja S.A de C.V. se tomó como referencia los conocimientos adquiridos en la formación de la carrera de ingeniería en logística; lo anterior, a través de los conceptos de: Geografía y tráfico para el transporte, bases de datos, higiene y seguridad, conocimientos de programación entre otras. El punto de partida de la actividad que inicialmente se observó fue la capacidad de respuesta ante los eventos de siniestralidad y las acciones que realizaban los monitoristas en turno.

Con fundamento en el proceso inicial donde se realizaba el control y seguimiento de la revisión de las fuentes de información, en primer lugar se tenía que buscar noticias sobre posibles accidentes y en segundo lugar se tenían que revisar las redes sociales – Twitter y Facebook – para filtrar la información sobre accidentes y siniestros en el tramo carretero de Puebla-México y viceversa. Esta actividad sin duda alguna era significativa para alertar a los operadores y tomar acciones inmediatas. Sin embargo, se determinó que era poco eficiente ya que los monitoristas dejaban sus actividades para realizar lo descrito anteriormente y el resultado era que estos eran notificados tiempo después del evento ocurrido y tanto ellos, la unidad y los pasajeros quedaban a la espera de su atención.

Desde la implantación del CCM la empresa contaba con la actividad de redactar y generar reportes de alerta a partir de la atención de llamadas de la línea 01800 ER. Este número era utilizado por los operadores para reportar alguna emergencia, recibir ayuda o asesoría sobre qué hacer en determinadas situaciones presentadas en el trayecto del viaje. Se pudo observar que el desempeño no era malo debido a que los monitoristas ya habían recibido capacitación sobre cómo reaccionar ante las llamadas de emergencia; sin embargo, como se fundamentó anteriormente la redacción de los reportes carecían de un buen formato y dejaban mucho a la interpretación sin un análisis profundo.

Para evitar que los monitoristas perdieran tiempo en esta actividad, inicialmente se generó un nuevo método de trabajo donde se turnaban la revisión de las redes sociales o páginas en internet, pero esto causó confusión entre los turnos y fue poco fructífero porque ahora además de estar pendientes a su trabajo tenían que realizar el registro en un pizarrón de los acontecimientos relevantes suscitados. Para agilizar el proceso descrito anteriormente se creó una macro que fuera capaz de revisar las redes sociales y realizar un registro filtrando la información en referencia a accidentes carreteros. Todo lo anterior se tomó como piedra angular la red social Twitter.

El Twitter, es una de las redes sociales de mayor popularidad y es usada por millones de usuarios a nivel mundial. Meunier, 2013 define a esta red social como una herramienta de información utilizando una serie de mensajes de textos y que en algunos casos van acompañados con imágenes captadas con los equipos móviles y que generalmente hacen alusión al texto. Con base a la autora, el éxito que ha prevalecido en Twitter es por su fortaleza de información en tiempo real y es una red social pública y gratuita lo que permite a las personas y organizaciones públicas y privadas realizar escucha social a través de ella. De acuerdo a las empresas We are Social y Hootsuite<sup>3</sup> la cantidad de usuarios activos en esta red es de 7,215.000 personas en México, esta cifra observa que esta herramienta es una de las más utilizadas y preferidas de la sociedad contemporánea para estar informada.

### Mejora en la captura y certeza para el reporte de siniestros carreteros

La estructura informática de Twitter fue la base para el desarrollo de la macro que sirvió para la alerta, seguimiento y monitoreo de los siniestros que predominan en diferentes puntos de una ciudad o tramo carretero. (Figura 4) En este sentido, para el caso del monitoreo de los recorridos que realizan diariamente las unidades de la empresa son advertidas en tiempo real al confirmar un siniestro recientemente detectado en la red por un Twit.

**Figura 4** Imagen de la información de un siniestro y su estructura informática



**Fuente:** Elaboración Propia con base a Twitter el Sol de Puebla.

<sup>3</sup> Estas empresas se dedican al estudio de las redes sociales y evalúa la estadística de su audiencia en 20 países. También son motores de información para gestionar las redes sociales y tienen presencia en más de 175 países. Mejía 2019.

Como se puede observar, se define que las redes sociales como es el caso de Twitter muestra una estructura informática donde está trabajando constantemente y mantiene el dinamismo de información por el cual la hace ser una de las preferidas para enterarse de un acontecimiento.

El proceso de creación de la macro se hizo con la aplicación de conocimientos de programación utilizando también el software Visual Basic. Se diseñó un ambiente gráfico el cual debió ser dinámico, sencillo de manipular y claro con respecto al registro de la información de los twits registrados. Para la administración del programa se creó una cuenta especial la cual solo es alimentada con información vial de la ciudad de Puebla y México la cual se va actualizando cada 2 minutos y realiza un registro 9 mensajes y registra los comentarios de la información. (Figura 5)

**Figura 5** Imagen del Registro General de los twits en tiempo real

**Fuente:** Diseño Propio

En seguida, para separar la información útil de la que no lo es con respecto a los twits de siniestros y accidentes en la ruta carretera Puebla-México y viceversa la macro tiene habilitada una celda donde separa por palabras clave por ejemplo: “Accidente”, “tráfico” “Km”, entre otras y éstas arrojan la información dividiéndose por 2 categorías que son lugar y suceso respondiendo a la pregunta ¿qué y dónde? (Figura 6)

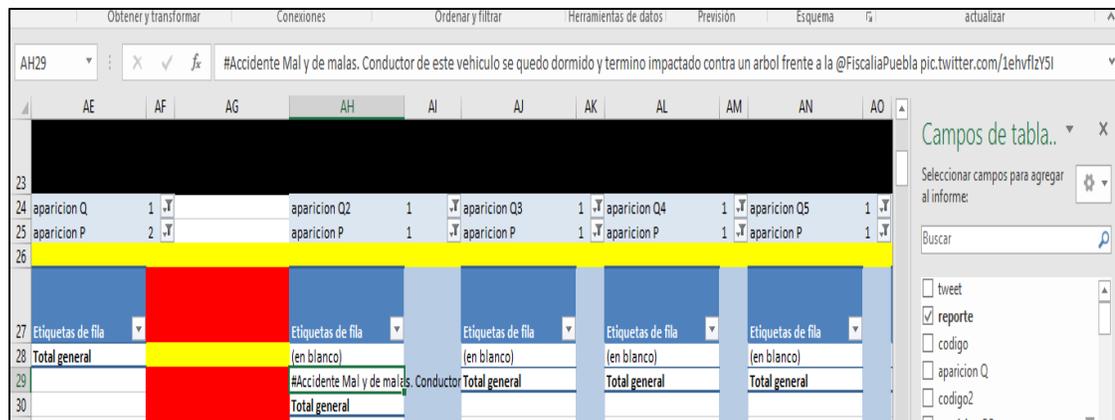
**Figura 6** Imagen de la información de segmento de sucesos por palabras clave.

codigo	aparicion	codigo	aparicion	codigo	aparicion Q	codigo						
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Fuente:** Diseño Propio

Una vez que la macro detectó un siniestro, filtra la información con las palabras claves del twit que fueron indicadas en las celdas y a continuación se registra el suceso de interés para su reconocimiento y aviso por parte de los monitoristas (figura 7).

**Figura 7** Imagen de la información del evento registrado.



**Fuente:** Diseño Propio

Observe que la imagen anterior la macro informa lo siguiente: #Accidente Mal y de malas. Conductor de este vehículo se quedó dormido y termino impactado contra un árbol frente a la @FiscaliaPuebla. Este evento se ubica en la dirección de Twitter: pic.twitter.com/1ehvflzY5I. El registro lo guarda la base de datos que manda una alarma de sonido si la información es útil si no solo la desecha (figura 8). En este sentido, de esta forma se mantiene un constante monitoreo de lo que sucede en la carretera y de ser necesario se le llama al operador para hacer de su conocimiento que puede encontrarse con un accidente o algún otro siniestro para que tenga tiempo de considerar rutas alternas.

**Figura 8** Imagen de la información de Registro de Twits.

1	trafico	23/01/2017	5:59	accidente	1 km	quitar duplicados
2		06/09/2016	10:03			
3		06/09/2016	13:34			
4	Total general	23/01/2017	5:59	(en blanco)	(en blanco)	
5				#Accidente Mal y de malas. C	Total general	
6				Total general		
7						
8	(en blanco)	23/01/2017	5:59	(en blanco)	(en blanco)	
9	Total general			Total general	Total general	
10	Total general	17/10/2016	9:27	(en blanco)	(en blanco)	
11				Total general	Total general	
12						
13	(en blanco)	17/10/2016	9:27	(en blanco)	(en blanco)	
14	(en blanco)	17/10/2016	9:24	(en blanco)	(en blanco)	
15	Trafico detenido ambas laterales de Circuito Int alt La Raza Trailer descompuesto rumbo al	Via @MiguelonCastro		Total general	Total general	
16	Total general			(en blanco)	(en blanco)	
17	(en blanco)	17/10/2016	9:12	(en blanco)	(en blanco)	
18	Trafico detenido ambas laterales de Circuito Int alt La Raza Trailer descompuesto rumbo al	Via @MiguelonCastro		Total general	Total general	
19	(en blanco)	17/10/2016	9:09	(en blanco)	(en blanco)	
20	(en blanco)	13/10/2016	13:40	(en blanco)	(en blanco)	
21	(en blanco)	13/10/2016	13:36	(en blanco)	(en blanco)	
22	(en blanco)	13/10/2016	13:35	(en blanco)	(en blanco)	
23	(en blanco)	13/10/2016	13:33	(en blanco)	(en blanco)	

**Fuente:** Diseño Propio

Con el desarrollo de esta base de información y su adecuado registro, el siguiente paso fue facilitar el reporte de los siniestros, como se redactó anteriormente el problema era que el monitorista no realizaba el llenado adecuado de los reportes, carecían de un buen formato y no definían con claridad la situación de la emergencia.

El antiguo formato solo se llenaba en tablas de Excel que eran guardados en un disco en red en los ordenadores que tiene la empresa. Para esta actividad se creó una macro que permitió requisitar los datos y diera un panorama más certero de respuesta a cada tipo de situación en la carretera. (Figura 9) posteriormente, se realizó una capacitación para todos los monitoristas con respecto al uso de las macros.

**Figura 9** Imagen de la pantalla de registro de siniestros

**Fuente:** Diseño Propio

### Ejemplo de Siniestro

Un ejemplo que hizo evidente la utilidad de la macro diseñada se presentó en el siniestro carretero suscitado el día 26 de Marzo de 2019 en el tramo km 33+200 al 39 Aut. México-Puebla. El anterior, tuvo una magnitud de daños materiales muy evidente debido a que 8 vehículos incluyendo tracto camiones colisionaron provocando 4 heridos de consideración y 6 atendidos en el lugar del incidente.

En este sentido, la empresa tomó acciones inmediatas con respecto a alertar a los operadores que ya estaban en ruta para que buscaran vías alternas y por otro lado comunicar a los pasajeros sobre el retraso de las corridas próximas hasta normalizar el servicio (Figura 10)

**Figura 10** Imagen del Twit reportando el Suceso

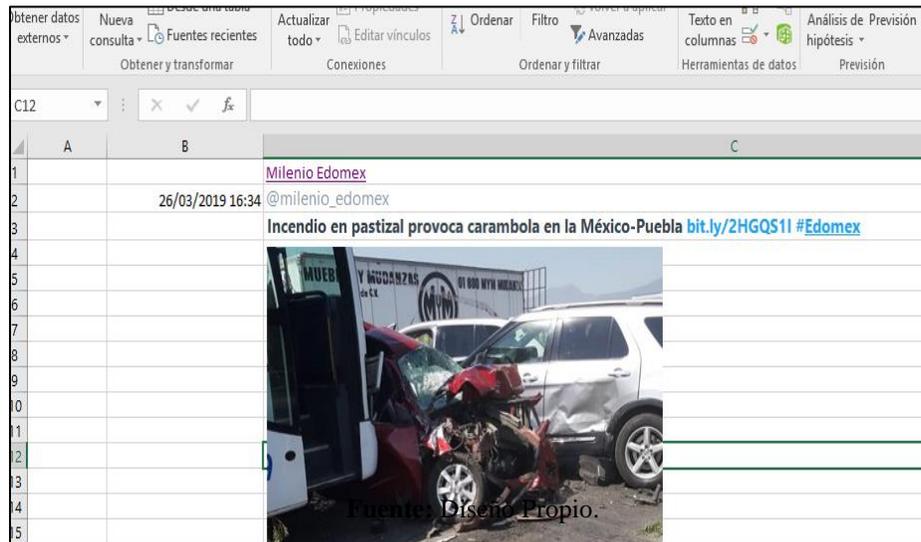


**Fuente:**

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjFuYW0z7fhAhVSHqWKhd\\_xD30QFjABegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Flopezdoriga.com%2Fnacional%2Fincendio-de-pastizales-provoca-carambola-en-la-autopista-mexico-puebla%2F&usg=AOvVaw0AbX9aHuuW\\_CLjcahVHrz4](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjFuYW0z7fhAhVSHqWKhd_xD30QFjABegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Flopezdoriga.com%2Fnacional%2Fincendio-de-pastizales-provoca-carambola-en-la-autopista-mexico-puebla%2F&usg=AOvVaw0AbX9aHuuW_CLjcahVHrz4)

El monitorista que registro la macro de este suceso carretero dio alerta inmediata a los departamentos correspondientes y la macro desplegó la información de Twit de origen para su validación y posteriormente la emisión de la alerta. (Figura 11).

**Figura 10** Imagen de la pantalla de registro de siniestro de la Macro



**Conclusiones**

La estructura informática de Twitter fue la base para el desarrollo de la macro que sirvió para la alerta, seguimiento y monitoreo de los siniestros que predominan en diferentes puntos de una ciudad o tramo carretero. En este sentido,

para el caso del monitoreo de los al iniciar el proyecto se encontró el área con objetivos claros pero con falta de capacitación y de estandarización en sus métodos de trabajo lo cual daba una reacción lenta ante los reportes de emergencia que se estaban presentando, tras un breve periodo de diagnóstico sobre los puntos de oportunidad en el área se pudo identificar en que se tenía que enfocar el proyecto.

La implementación del proyecto simplificó la pronta respuesta de las actividades críticas, en este sentido las labores que ocupan la mayor parte del día de los monitoristas se volvieron más simples disminuyendo errores de información y pérdidas económicas a la empresa.

Al culminar el proyecto se notó la mejora a través de un sistema abierto a la interpretación del monitorista para pasar a un sistema cerrado en el cual todas las opciones están cubiertas y se reducen los tiempos de reacción, esto eliminó una gran parte de las confusiones que producían errores en los informes además de facilitar la capacitación del personal. Por lo tanto, queda en evidencia que “La crisis suele ser el comienzo de una auténtica mejora. Hay que quitar lo viejo para que lo nuevo y mejor pueda llegar”. Sharma R. 2010.

### **Bibliografía de referencia:**

- 1.- Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2017). <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt74.pdf>. [en línea] [fecha de consulta 03 de Marzo 2019]
- 2.- Hütt Herrera, H. (2012). LAS REDES SOCIALES: UNA NUEVA HERRAMIENTA DE DIFUSIÓN. Reflexiones, 91(2), 212-128. [en línea] Disponible en <https://www.redalyc.org/exportar/cita.oa?id=72923962008>. [Fecha de consulta 03 de abril 2019]
- 3.- Parra Castrillón, E. (2010). Las redes sociales de Internet: También dentro de los hábitos de los estudiantes universitarios. Tendencias, 11 (2), 193-207. [en línea] <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3640635.pdf>. [fecha de consulta 18 de marzo 2019]
- 4.- López Zapico, M., & Tascón Fernández, J. (2013). EL USO DE TWITTER COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA EN EL ÁMBITO DE LAS CIENCIAS SOCIALES. UN ESTUDIO DE CASO DESDE LA HISTORIA ECONÓMICA. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14 (2), 316-345. [en línea] <https://www.redalyc.org/html/2010/201028055014/>. [fecha de consulta 14 de marzo 2019]
- 5.- Marketing Digital 2019: <https://www.juancmejia.com/marketing-digital/estadisticas-de-redes-sociales-usuarios-de-facebook-instagram-linkedin-twitter-whatsapp-y-otros-infografia/> [fecha de consulta 14 de marzo 2019]
- 6.- F. Meunier Rosas, El uso de la red social Twitter como herramienta para la difusión de información pública, Razón y Palabra, Primera revista electrónica en América Latina especializada en Comunicación 81, 2013. [en línea] [www.razonypalabra.org.mx/N/N81/V81/27\\_Meunier\\_V81.pdf](http://www.razonypalabra.org.mx/N/N81/V81/27_Meunier_V81.pdf). [fecha de consulta 14 de Febrero 2019]
- 7.- Fainholc, B. (2011). Un análisis contemporáneo del Twitter. RED, Revista de Educación a Distancia. Número 26. 15 de mayo de 2011. [en línea] <http://www.um.es/ead/red/26/> [fecha de consulta 14 de Marzo 2019]
- 8.- Sharma R. (2010) *El líder que no tenía cargo*. Madrid España Desbolsillo
- 9.- Twitter 2019. <https://lopezdoriga.com/nacional/incendio-de-pastizales-provoca-carambola-en-la-autopista-mexico-puebla/>

# LA INFLUENCIA DE LAS ARTES PLÁSTICAS EN EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN NIÑOS DE 3 A 6 AÑOS DE EDAD EN HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Arq. Pedro Herrera Herrera<sup>1</sup>

**Resumen**— La creatividad es la capacidad de encontrar o producir diferentes soluciones a un mismo problema. Para que un adulto alcance un nivel de creatividad productivo, inventivo, innovador y emergente necesita estimular la creatividad expresiva durante la etapa de la infancia, además de desarrollarse en un ambiente flexible y motivador. Las artes plásticas en la primera etapa de la niñez, contribuye a que los niños sean creativos, imaginativos y autónomos. En este artículo se realizó un muestreo cualitativo en niños de 3 a 6 años de edad en la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca. Donde se valoró cómo influyen las artes plásticas en el desarrollo de la cualidad durante esta etapa. Para valorarlo se aplicó la prueba de figuras del Pensamiento Creativo de Torrance y se complementó con entrevistas a los padres, así como a los educadores de los niños evaluados.

Los resultados obtenidos indican que los niños que realizan actividades extra escolares de carácter artístico plástico, obtuvieron puntuaciones elevadas en originalidad, fluidez, elaboración y flexibilidad. El objetivo de esta investigación es la de obtener información para desarrollar y conceptualizar un mobiliario para niños que facilite el desarrollo de actividades artísticas con el fin de estimular su creatividad en la etapa de los 3 a 6 años. Y proponer soluciones de mobiliario enfocado a esta actividad.

**Palabras clave**— Artes plásticas, creatividad, niños, TPCT.

## Introducción

La creatividad es una de las potencialidades más elevadas y complejas de los seres humanos Esquivias (2004) lo define como la habilidad que permite integrar procesos cognitivos menos complicados, hasta procesos cognitivos más complejos para lograr una idea o pensamiento nuevo. El término creatividad se ha definido con diferentes enfoques de acuerdo a los diferentes autores que las sustentan, pero tienen en común, la generación de conceptos de manera innovadora. Taylor distingue 5 niveles de creatividad: expresivo, productivo, inventivo, innovador y emergente, teniendo como la base fundamental la creatividad expresiva. Caracterizada por la espontaneidad y la libertad, como por ejemplo en los dibujos que realizan los niños (Motos, 2003). Es por eso que se debe propiciar la creatividad expresiva para tenerla como base y en un futuro, las generaciones próximas puedan aflorar la creatividad productiva, inventiva, innovadora y hasta la emergente. Echeverri (2014) considera que el ser humano está en la etapa de la niñez desde que nace hasta los 13 años y es cuando mayor porcentaje de crecimiento realiza. Pero en el periodo de edad entre 3 a 6 años existe un mayor desarrollo neuronal de acuerdo a Cémades (2018). En una investigación realizada por Medina (2017) demuestra que cuando los niños realizan actividades creativas aprenden a enfrentar problemas, son observadores, empeñosos y en general fomenta la formación de la personalidad.

Las actividades artísticas en la primera etapa de la niñez, ayuda a que los niños sean creativos, imaginativos y autónomos. El arte beneficia el desarrollo socioemocional del niño al propiciar la aceptación que va ligada al concepto que tenga de sí mismo, el cual determinará su comportamiento presente y futuro (Dolores, 2006). La expresión artística en los niños, les proporciona la posibilidad de plasmar su mundo interior, sus sentimientos y sensaciones, mediante la imaginación, la fantasía y la creatividad (Martínez, 2005). Las actividades relacionadas con las artes plásticas son: pintura, escultura, dibujo, grabado y cerámica. En la etapa preescolar se manejan estas actividades en la clase, pero existen cursos extra escolares, donde se enfocan a trabajar estas actividades con diferentes técnicas y materiales.

La evaluación de la creatividad es una actividad compleja, ya que, por su carácter impredecible, de súbita aparición, incontrolable, y de diferentes variables, impiden que tenga una medida exacta (Laime, 2005). De acuerdo a Santaella (2006) no existe ningún instrumento válido para evaluar la creatividad, sin embargo, existen criterios e indicadores que algunos autores han venido trabajando. Dentro de los trabajos más importantes se encuentra el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT) que consiste en una prueba de tres ejercicios con base en ilustraciones de figuras y una prueba verbal (TTCT verbal), basado en las palabras. Con la premisa de que cada persona creativa

<sup>1</sup> Arq. Pedro Herrera Herrera es Estudiante de la Maestría en Diseño de Muebles en la Universidad Tecnológica de la Mixteca de Oaxaca, México [p\\_hh6@hotmail.com](mailto:p_hh6@hotmail.com)

detecta un error o no encuentra la solución esperada. El enfoque de Torrance permite identificar los distintos tipos de actitudes, el funcionamiento psíquico y las características psicológicas que bloquean o estimulan el proceso creativo. Este tipo de indicador es el adecuado para niños de todos los niveles culturales y educativos (Laipe, 2005). Teniendo en cuenta que las actividades de las artes plásticas influyen en el desarrollo de la expresión creativa. En México no se ha desarrollado el estudio de la creatividad como en otros países, y el objetivo de esta investigación es el de obtener información para desarrollar y conceptualizar un mobiliario para niños que facilite el desarrollo de actividades artísticas que estimulen su creatividad en la etapa de los 3 a 6 años de edad, utilizando un indicador de creatividad como el test de pensamiento creativo de Torrance (TTCT) y complementando con entrevistas a los educadores y padres.

### Descripción del Método

#### Participantes

Se utilizó un muestreo no probabilístico intencional, de carácter cualitativo de 55 niños, entre los 3 a 6 años de edad, siendo 26 niños (47.30%) y 29 niñas (52.70%). Los niños seleccionados para el muestreo son de 3 institutos de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca. En el cuadro 1 se muestra la cantidad de niños por instituto, donde el instituto A corresponde a una escuela que realizan actividades exclusivamente artísticas extra escolares, el instituto B realiza actividades extra escolares de arte, juego lúdicos y motrices, mientras el instituto C solo cursan el preescolar en una escuela pública. También se hizo una entrevista con 15 padres y 4 educadores de los institutos para detectar las necesidades de los niños al realizar actividades artísticas.

Cuadro 1. Tabla de participantes por instituto y género.

Edad	Instituto A		Instituto B		Instituto C		Total
	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas	
6	1	2	3	1	-	1	8
5	3	2	1	3	4	3	16
4	3	3	1	2	4	6	19
3	-	1	4	3	2	2	12
						TOTAL	55

#### Aspectos éticos.

Para trabajar con los niños, se pidió autorización con los directivos de las instituciones a quienes se les explicó las características de la investigación, aclarando que la colaboración era voluntaria y anónima. Una vez que se autorizó por la dirección y los maestros, se aplicaron los test en grupos de no más de 12 alumnos por sesión.

#### Instrumento.

Para el desarrollo de la prueba de figuras del TTCT (Torrance Test Creative Thinking), se aplicaron cuatro ejercicios, cada uno de estos se desarrolla en un tiempo límite de 10 minutos con el uso de lápices de colores. En las Figuras 1 y 2 se muestran los ejercicios 1 y 2 con los gráficos seleccionados para esta evaluación y un ejemplo de cómo lo puede resolver un niño. Las indicaciones consistieron en dibujar objetos que se relacionaran con los gráficos establecidos, buscando la originalidad en las propuestas.

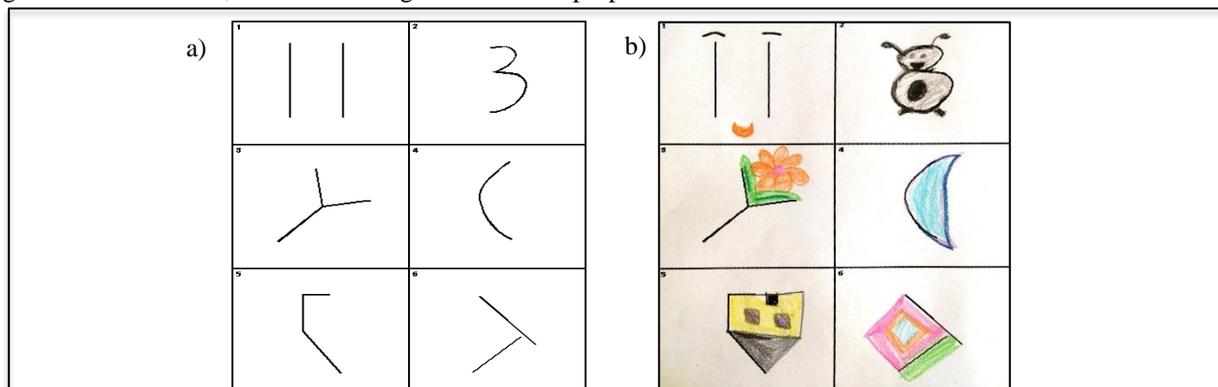
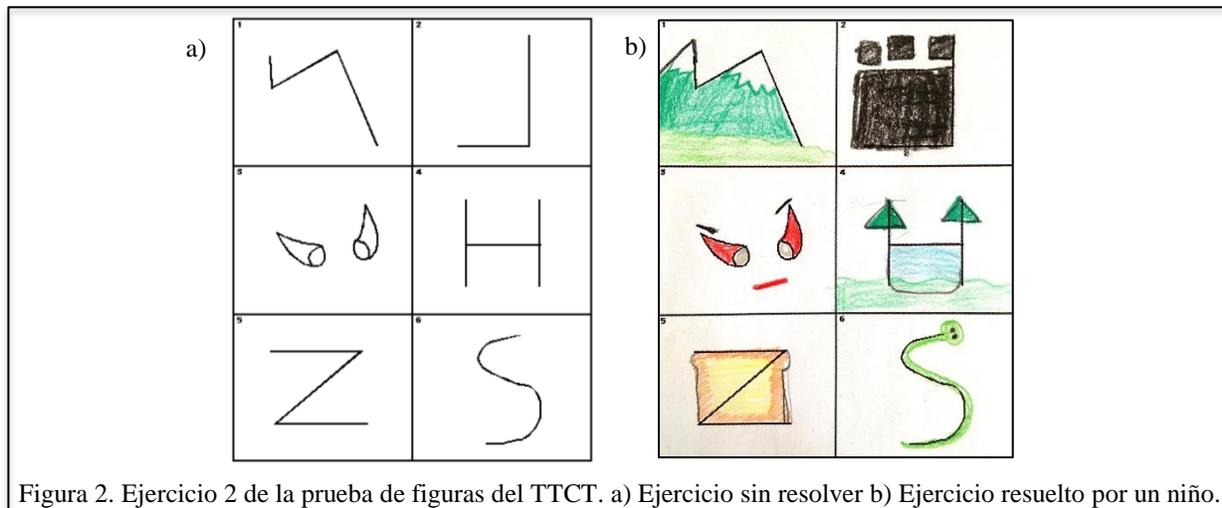
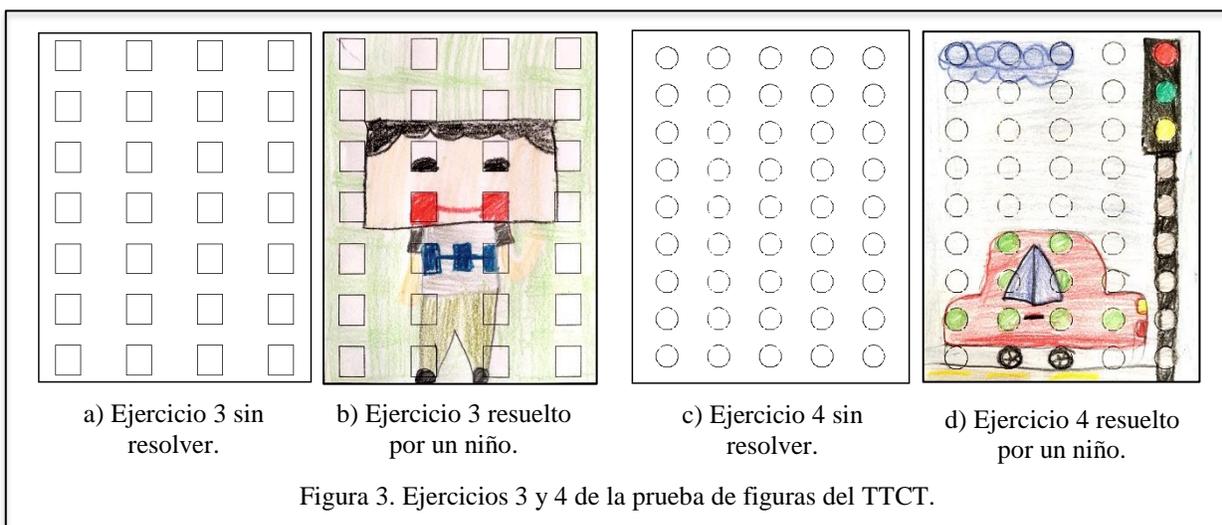


Figura 1. Ejercicio 1 de la prueba de figuras del TTCT. a) Ejercicio sin resolver b) Ejercicio resuelto por un niño.



En la Figura 3 se muestran los ejercicios 3 y 4 y un ejemplo de la respuesta de un niño creativo, los cuales las indicaciones son que imaginaran un dibujo diferente con los cuadrados o círculos.



Este test valora la fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración. La fluidez es la capacidad de producir muchas ideas, se valora por el número de respuestas que el niño emite, la flexibilidad es la capacidad de ver y abordar situaciones de forma diferente, este componente de creatividad se valora analizando cuantas categorías de respuestas diferenciadas puede el niño producir, la elaboración es la capacidad para enriquecer cualquier producción con detalles que aunque no son necesarios para explicar la idea la realzan y la originalidad es la capacidad de producir respuestas que son poco frecuentes en el entorno. Para los padres y maestros se les hicieron unas preguntas con respecto a las actividades que realiza el niño en casa.

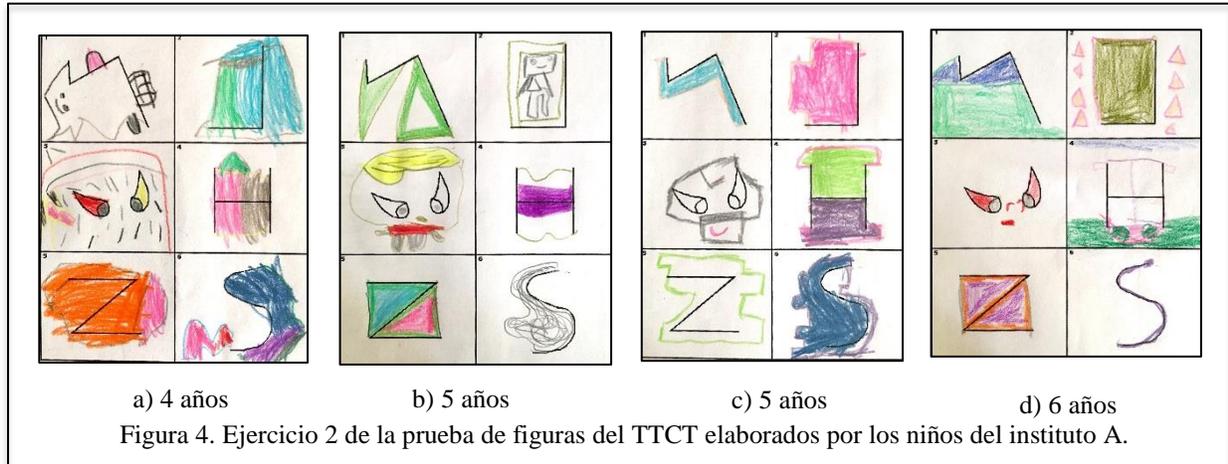
*Procedimiento para el análisis.*

Para conocer si los alumnos que realizan actividades extra escolares (Cursos de pintura infantil) obtenían puntajes más elevados en la producción creativa se valoró su fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración. Para tratar de contrastar el factor de subjetividad a la hora de corregir esta prueba, se analizó por tres personas (el autor y dos Licenciados en Pedagogía) utilizando una escala del 1 al 10 para cada uno de los valores del pensamiento divergente. Posteriormente se obtuvo una puntuación media para cada aspecto valorado y una puntuación global como resultado final de la prueba, después de compararlos en una tabla de creatividad alta, creatividad media, y creatividad baja.

## Resultados

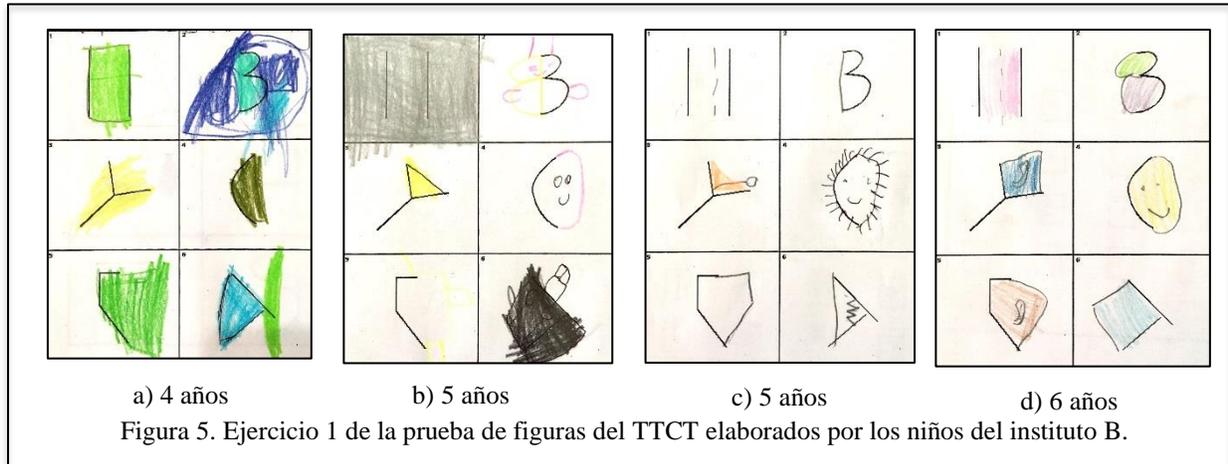
### Instituto A

Se aplicó el TTCT, a 15 niños (27.27% de la muestra) donde al promediar los resultados obtuvieron un 8.97 correspondiente a creatividad alta, sobresaliendo en los cuatro indicadores: elaboración, originalidad, fluidez y flexibilidad. En la Figura 4 se muestra una comparativa del ejercicio 2, y cómo los niños interpretaron las imágenes de manera diferente.



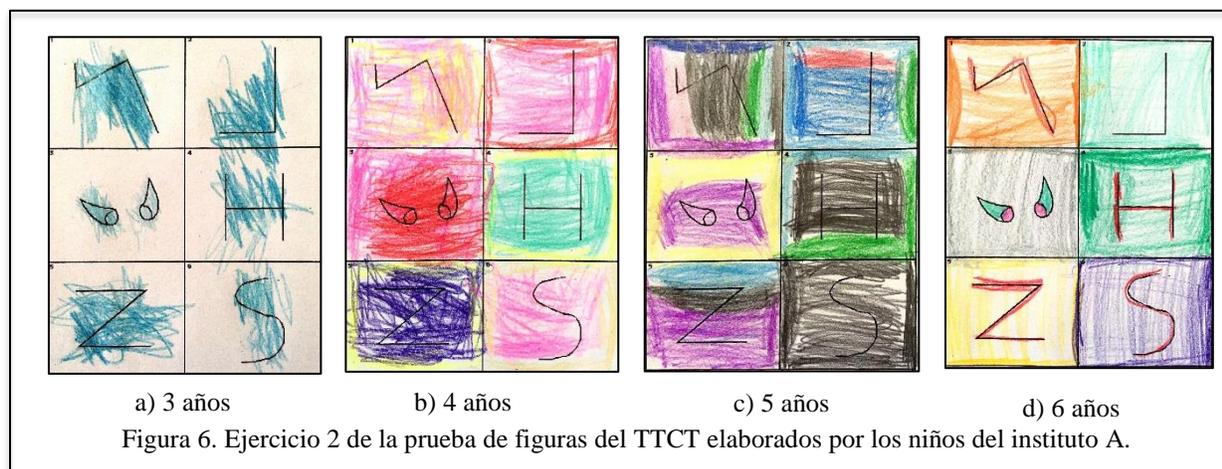
### Instituto B

Se aplicó el TTCT, a 18 niños (32.72% de la muestra) donde al promediar los resultados obtuvieron un 7.92 correspondiente a creatividad alta. Sobresaliendo, originalidad y flexibilidad, pero con muy poca elaboración a comparación del instituto A. En la figura 5 se muestra una comparativa del ejercicio 1, y cómo los niños interpretaron las imágenes de manera diferente.



### Instituto C

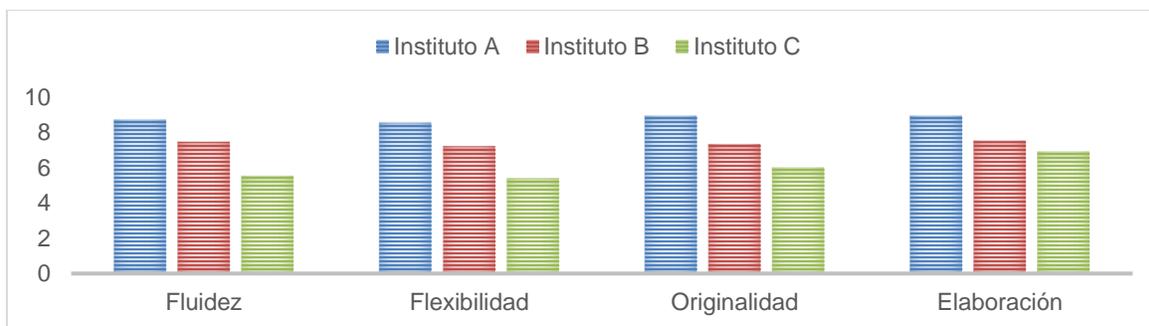
Se aplicó el TTCT, a 22 niños (40% de la muestra) donde al promediar los resultados obtuvieron un 6.27 correspondiente a creatividad media, durante los ejercicios desarrollados se pudo observar que los niños solo veían letras como la H, S y Z. En la figura 6 se muestra una comparativa del ejercicio 2, y cómo los niños interpretaron las imágenes de manera diferente.



*Comparativa de resultados de los Institutos A, B y C.*

En la Gráfica 1 se muestran los resultados de los tres institutos con respecto a la fluidez, la flexibilidad, la originalidad y la elaboración que tuvieron los niños al aplicarles el TTCT. Los niños de los institutos A, B y C acuden por las mañanas al preescolar, y los niños que asisten a clases extra escolares por la tarde son los de los institutos A y B. El instituto A es especializado en artes plásticas y cuentan con niños que tienen antigüedad en este curso.

Gráfica 1. Resultados de las pruebas



*Resultados de las entrevistas con los padres y educadores de los Institutos A, B y C.*

Al finalizar las pruebas se tuvo la posibilidad de hablar con varios padres de familia, los cuales coincidieron que el lugar donde juega su hijo dentro de casa es en la sala. También argumentaron que el mobiliario que utiliza en casa son sillas, mesas y tapetes, sin embargo, no es mobiliario especializado para niños. Hubo quien mencionó que los niños zurdos no están cómodos en las mesas cuando comparten con un niño diestro. Por otra parte, los educadores mencionaron que han tenido sillas que no tienen estabilidad y el respaldo no les da confort a los niños, por lo que han tenido que cambiarlas en repetidas ocasiones. En la Figura 7 se muestran las sillas utilizadas en las instituciones.



### **Comentarios Finales**

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con las investigaciones que los niños que realizan actividades artísticas extra escolares son más creativos que los que solo acuden al preescolar. Es importante que los niños desarrollen la creatividad expresiva ya que es la base para que en un futuro puedan desarrollar los demás niveles propuestos por Taylor.

Tomando como premisa que las actividades artísticas fomentan la creatividad expresiva en los niños, se recomiendan actividades extra escolares, como las de carácter artístico plástico, que pueden desarrollarse desde casa, si se cuenta con las herramientas necesarias.

#### *Resumen de resultados*

Al aplicar el TTCT los niños de los institutos A y B resultaron ser más creativos y seguros de lo que dibujaban, mientras que los del instituto C buscaban constante aprobación por parte de los educadores y del aplicador, preguntando si lo que hacían era correcto. Algunos niños podían imaginar varios objetos, pero tenían miedo a expresarse y equivocarse.

#### *Conclusiones*

Los resultados demuestran que las actividades artísticas de manera constante estimulan la creatividad e imaginación de los niños.

El mobiliario infantil en las instituciones y en casa, en la mayoría de los casos no es el adecuado. Puesto que los niños de 3 a 6 años de edad tienen alturas y dimensiones diferentes. Además de falta de estabilidad, ergonomía y confort en los asientos.

#### *Recomendaciones*

Para que un niño desarrolle la creatividad expresiva a su máximo potencial, se propone el diseño de un mueble que contenga las herramientas necesarias para desarrollar actividades artísticas plásticas en casa, que pueda atender las necesidades antropométricas, ergonómicas y de confort en los niños de 3 a 6 años de edad.

### **Referencias**

- Cemades I. "Desarrollo de la creatividad en educación infantil", Revista creatividad y sociedad. Sevilla, 2008.
- Dolores M. "Creative abilities in early childhood", Journal of early childhood research, 2006.
- Echeverri A. "¿Son los niños más creativos que los adultos?" Proyecto de grado Colegio Marymount, Medellín, 2014
- Esquivias M. T. "Creatividad: Definiciones, antecedentes y aportaciones" *Revista digital universitaria*, volumen 5, número 1. México 2004.
- Laimé M. C. "La evaluación de la creatividad" Publicado en periódicos electrónicos de psicología, Lima, 2005.
- Martínez O. "La tradición en la enseñanza de las artes plásticas" Editorial: Universidad de Guanajuato, 2005.
- Medina, N., Velázquez M.E., Alhuay J. y F. Aguirre "La creatividad en los niños de preescolar, un reto de la educación contemporánea" *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, vol. 15 no. 2 pp. 153-181.
- Motos T. "Bases para el taller creativo expresivo", Publicado en *Creatividad aplicada una puesta de futuro*, Dykinson, Valencia, 2003.
- Santaella M. "La evaluación de la creatividad", Publicado en *Sapiens revista universitaria de investigación*, Venezuela, 2006

# CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LA MADERA DE *MIMOSA LACTIFLUA* DELILE EX BENTH. VAR. *LACTIFLUA*

Ing. Raúl Herrera Martínez<sup>1</sup> y Dr. Saúl Martínez Ramírez<sup>2</sup>

**Resumen**— México ocupa el cuarto lugar mundial en biodiversidad, pero, es dependiente en madera. Muchas especies maderables permanecen sin investigar. Así, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar física y mecánicamente la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua* un arbusto endémico de México. Las probetas se elaboraron a partir de madera rolliza para combustible, proveniente de arbustos cortados en Santo Domingo Yodohíno, Huajuapán de León Oaxaca. La densidad normal (12 % de humedad) se determinó por peso entre volumen. La resistencia a la compresión paralela a la fibra se determinó con base en la norma ASTM NTP 251.014. Se determinó que la madera de *M. lactiflua* var. *lactiflua* tiene una densidad de 0.9 g cm<sup>3</sup> y registró una resistencia promedio a la compresión de 51.711 MPa ante una fuerza promedio de 129.215 KN. Los datos encontrados coinciden con datos reportados de especies semejantes. Los resultados indican que este tipo de madera tiene un amplio abanico de usos.

**Palabras clave**— Densidad normal, madera, probeta, resistencia a la compresión.

## Introducción

La madera es uno de los recursos naturales renovables más importantes para las naciones. México se ubica en el cuarto lugar entre los 17 países denominados megadiversos, que juntamente albergan el 70% de las especies conocidas de la tierra (SIREM, 2017). Oaxaca se encuentra entre los lugares con mayor diversidad de especies endémicas y ecosistemas de México. Una parte del estado está inmersa en la Mixteca, área montañosa que abarca aproximadamente 21262.73 km<sup>2</sup> (Ortiz *et al.* 2004). En esta región crecen más de 3,000 especies de plantas endémicas entre matorrales y arbustos (Reyes, 2012), de los cuales muchas no han sido estudiadas. La madera de muy pocas especies arbóreas y arbustivas se aprovecha para diseñar y construir productos comercializables con base en sus características físicas y mecánicas, un claro ejemplo es la madera proveniente de las mimosas.

El género *Mimosa* pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia de *Mimosoideae*, ubicado dentro de la tribu *Mimoseae*. Las *Leguminosae* son una de las seis familias de *angiospermas* más diversas a nivel mundial y mejor representadas en México (Montaño y Grether, 2016). En México, el género *Mimosa* cuenta con un aproximado de 110 especies, de las cuales el 60% son endémicas, por lo que México es considerado el segundo centro de diversificación del género. Así mismo, el género *Mimosa* está representada por herbáceas, arbustos, árboles y lianas; además de establecerse en diversos tipos de vegetación y hábitats (Montaño y Grether, 2016). Al igual que la madera de *M. benthamii* J. F. Macbr. y *M. luisana* Brandegeee, la madera de *M. lactiflua* var. *lactiflua* se emplea regionalmente como leña para combustible, carbón y para postes para cercado (Grether *et al.*, 2006), pero no se han explorado otros usos con mayor valor agregado a pesar de que se ha observado la buena calidad de su madera. Así, el objetivo de esta investigación fue caracterizar física y mecánicamente la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua*, un arbusto endémico de México con fines de diseño y construcción de mobiliario. Los resultados servirán para generar mayores ingresos en beneficio de los usufructuarios de la tierra a través de la venta de productos con mayor valor agregado.

## Materiales y métodos

### *Ambiente en el que se desarrolla M. lactiflua* var. *lactiflua*

Este arbusto crece en el territorio de Santo Domingo Yodohíno, municipio de Huajuapán de León, Oaxaca, México. Esta población se localiza entre los 17°36' y 17°40' de latitud norte, y los 97°40' y 97°45' de longitud oeste, con un rango altitudinal de 1 600 a 2 320 m (López, 2008). El clima es semiárido-cálido, con lluvias de junio a septiembre, con precipitación promedio anual de 720.5 mm y temperatura media anual de 18 a 22°C (Trejo, 2004). La vegetación corresponde a la selva baja caducifolia (Torres, 2004). El suelo predominante es de la clase Litosol que se caracteriza por ser somero, pedregoso, su uso está limitado por la carencia de agua y la erosión, descansa sobre un sustrato geológico formado por rocas metamórficas o calizas, en ocasiones aflorantes (Alfaro, 2004).

<sup>1</sup> El Ing. Raúl Herrera Martínez es Estudiante de la Maestría en Diseño de Muebles en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca. [rulosier@hotmail.com](mailto:rulosier@hotmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Saúl Martínez Ramírez es Profesor Investigador en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León, Oaxaca, México. [saulmr@mixteco.utm.mx](mailto:saulmr@mixteco.utm.mx)

### *Determinación de la densidad*

La investigación se desarrolló en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Se aplicó el método de la relación del peso entre el volumen. Se empleó madera rolliza cortada originalmente para leña combustible y secada al ambiente. Para determinar el volumen se empleó la técnica de desplazamiento de agua. Para ello se seleccionaron leños de madera rolliza sin corteza cuyo diámetro permitiera introducirlo en una bureta graduada de 1000 mL. Los leños se trocearon a una longitud de 15 cm. Posteriormente se agregó agua a la bureta hasta un volumen de 250 mL, se introdujo la pieza de madera y se empujó hasta que la superficie apical quedó al mismo nivel del agua (Figura 1); se tomó la lectura del nivel de la probeta a la que llegó la columna de agua, la diferencia de éste y los 250 mL iniciales indicó el volumen de la muestra. Para determinar el peso seco de las muestras, éstas se deshidrataron en un horno Riossa® cuya temperatura se ajustó a 105°C, se registraron los pesos cada 12 h hasta que las muestras llegaron a peso constante, lo cual ocurrió a las 72 h. Una vez deshidratadas, las muestras se pesaron en una balanza granataria Ohaus® con precisión de 0.01 g. La densidad se calculó utilizando el volumen en cm<sup>3</sup> y el peso en g para cada probeta a partir de la fórmula:

$$\rho = p / v$$

Donde:

$\rho$ : Densidad

p: peso (g)

v: volumen (cm<sup>3</sup>)



Figura 1. Determinación del volumen de la madera.

### *Determinación de la resistencia paralela a las fibras*

Las actividades se realizaron en el Taller de Maderas del Instituto de Diseño y en el laboratorio de Resistencia de Materiales del Instituto de Minería, ambos de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. En el Taller de Maderas se construyeron 9 probetas a partir de madera rolliza cortada originalmente para leña combustible. Las probetas (Figura 2) fueron de sección cuadrangular de 50 mm por lado y longitud de 150 mm, tal como se indica en la norma ASTM NTP 251.014. En el Laboratorio de Resistencia de Materiales se empleó un equipo PILOT Controls para realizar los ensayos de compresión.



Figura 2. Probetas utilizadas para el ensayo de resistencia a la compresión.

La máquina de ensayos requiere de tres datos importantes antes de iniciar con el proceso de compresión, el peso en gramos, área de la sección en milímetros y la altura en milímetros. Una vez ingresados los datos correspondientes para cada probeta se procedió a la colocación de cada muestra de forma correcta para evitar datos sesgados y posteriormente se aplicó presión (Figura 3), las cargas fueron determinadas con una precisión del 1%.



Figura 3. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua*.

*Resultados de las pruebas físicas.*

A continuación, mostramos los resultado obtenidos en cada una de las pruebas realizadas en este estudio. En el cuadro 1 se puede observar la densidad de las probetas utilizadas.

Cuadro 1. Densidad de la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua*

Probeta	p (peso) g	v (volumen) cm <sup>3</sup>	Densidad g/cm <sup>3</sup>
---------	------------	-----------------------------	----------------------------

M1	71.7	100	0.717
M2	90	100	0.9
M3	67.7	75	0.902666667
M4	82.1	90	0.912222222
M5	56.5	60	0.941666667
M6	49.3	55	0.896363636

Debido a la anisotropía de la madera los resultados obtenidos fueron variantes, sin embargo para calcular la densidad normal promedio de las muestras se tomaron las probetas con un valor de densidad similar, en este caso se consideraron las probetas M2, M3, M4 y M5. Al realizar las operaciones se tuvo como resultado lo siguiente:

$$\rho \text{ normal promedio} = \sum_{M=2}^5 \frac{M}{4} = 0.914138889 \text{ g/cm}^3$$

*Resultados de las pruebas mecánicas.*

El cuadro 2 muestra las cargas soportadas y la resistencia a la compresión paralela a las fibras de cada una de las probetas.

Cuadro 2. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua*

Probeta	Masa (g)	Carga Máxima soportada (KN)	Resistencia (MPa)
M1	240	84.81	33.92
M2	240	94.78	37.91
M3	260	114.77	45.91
M4	270	116.13	46.67
M5	280	134.11	53.67
M6	290	123.01	49.20
M7	290	138.95	55.58
M8	300	167.17	66.86
M9	310	189.21	75.68

A partir de los resultados registrados por el software de la máquina se determinaron la carga promedio y la resistencia promedio de las probetas utilizadas.

$$\text{Carga Máxima Promedio} = \sum_{Mc=1}^9 \frac{Mc}{9} = 129.215556 \text{ KN}$$

$$\text{Resistencia Promedio} = \sum_{Mc=1}^9 \frac{Mc}{9} = 51.711111 \text{ MPa}$$

Al determinar el promedio de las cargas soportadas se obtuvo como resultado un valor de 29.215556 KN y 51.711111 MPa para el promedio de las resistencias, sin embargo, la variación que existe entre la probeta de menor y mayor densidad fue de 70 g de masa, 104.4 KN de carga soportada y 41.76 MPa de resistencia, esto debido a que las probetas fueron cortadas de diferentes partes de los ejemplares, se puede decir que la madera del tronco tiene mayor densidad que la madera de las ramas, por lo cual se consideraron solo seis probetas (de M3 a M8) para determinar la carga máxima soportada promedio y la resistencia promedio, teniendo una variación de 40 g de masa, 52.4 KN de carga soportada y 20.95 MPa de resistencia.

$$\text{Carga Máxima Promedio} = \sum_{Mc=3}^8 \frac{Mc}{6} = 132.356667 \text{ KN}$$

$$\text{Resistencia Promedio} = \sum_{Mr=3}^8 \frac{Mr}{6} = 52.9816667 \text{ MPa}$$

Los resultados indican que la resistencia es directamente proporcional a la masa, como se puede observar en el cuadro 2, en la mayoría de los casos a mayor masa, mayor resistencia.

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se caracterizó la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua* una especie arbustiva endémica de México que crece en la población de Santo Domingo Yodohíno la cual hasta el momento solo es utilizada como leña para combustible. Se determinaron la densidad normal y la resistencia a la compresión, características físico-mecánica que hasta el momento no se tenían registradas. Los resultados de la investigación incluyen el registro de cada probeta para la determinación de la densidad por peso entre volumen, así como el análisis de los ensayos de compresión.

Los resultados muestran que existe madera de especies arbustivas con características interesantes que no han sido estudiadas como el caso de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua* que tiene una resistencia de 52.98 MPa situándose en el rango muy alto (> 49.03MPa) en resistencia a la compresión paralela a las fibras para maderas estructurales (Rivero, 2004).

Es importante mencionar que existen otros factores que pueden afectar la resistencia de la madera estudiada, un factor notorio que se pudo observar fue un agrietamiento natural de la madera el cual se suponía que al realizar el ensayo de compresión la grieta se extendería en la misma dirección, sin embargo, dicha suposición fue errónea al termino del proceso de compresión

#### Conclusiones

La resistencia de la madera de *Mimosa lactiflua* var. *lactiflua* a la compresión paralela a las fibras está estrechamente relacionada con su densidad, y esta a su vez con el contenido de humedad; las probetas con menor resistencia fueron aquellas que obtuvieron un menor porcentaje en la prueba de densidad.

Los valores obtenidos en esta investigación corresponden a una madera dura y muy resistente a la compresión paralela a las fibras, lo cual puede ser un factor favorable implementándolo en el diseño de productos comercializables como el diseño y construcción de muebles, pudiendo usar esta madera como elementos de apoyo, considerando un diseño esbelto tomando en cuenta la resistencia obtenida.

#### Recomendaciones

Los valores obtenidos en esta investigación pueden ser reforzados en futuros estudios añadiendo características mecánicas como pruebas de dureza, flexión, corte, compresión perpendicular a las fibras, así como sus posibles usos en la industria del mueble.

### Referencias

- Alfaro S., G. "Suelos. In: Biodiversidad de Oaxaca," García-Mendoza, A. J., Ordóñez, J. M & Briones-Salas, M. (eds.). Ed. UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Foundation. México. pp:55.65, 2004.
- Grether, R, Martínez-Bernal, A., Luckow, M. & Zárate, S. "Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 44. Mimosaceae Tribu Mimoseae," Instituto de Biología. Departamento de Botánica. Universidad Nacional Autónoma de México. 113p, 2006.
- López, J. "Estudio etnobotánico en el municipio de Santo Domingo Yodohíno, distrito de Huajuapán de León, Oaxaca," Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Agroecología, México:2008.
- Montaño, S. L. y R. Grether. "Anatomía de la madera tres especies de Mimosa (Leguminosae- Mimosoideae) distribuidas en México," Madera Bosques vol. 22 N. 1, M, México:2016.
- Ortiz, M. A., J. R. Hernández-Santana y J. M. Figueroa-Mah-Eng. "Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. In Biodiversidad de Oaxaca," A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM/ Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/ World Wildlife Fund. México, D. F. p. 43-54, 2004.

Reyes, J. "Lista Florística de la Mixteca Oaxaqueña," Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2012.

Rivero Moreno, J. "Propiedades Físico-Mecánicas de Gmelina arborea Roxb. y Tectona grandis Linn. F. Proveniente de Plantaciones Experimentales del Valle del Sacta – Cochabamba," 2004. Cochabamba. Bolivia. 73 pp.

SIREM, *México*. "Perspectivas de la Industria Forestal", Sistema de Informe Regional de México, Ciudad de México: 2017.

Torres C, R. "Clima. In: Biodiversidad de Oaxaca," García-Mendoza, A. J., Ordóñez, J. M & Briones-Salas, M. (eds.). Ed. UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fundation. México. pp:105-117, 2004.

Trejo, I. "Clima. In: Biodiversidad de Oaxaca," García-Mendoza, A. J., Ordóñez, J. M & Briones-Salas, M. (eds.). Ed. UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fundation. México. pp:67-85, 2004.

# NIVEL DE ADOPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (IES) EN MÉXICO: PERSPECTIVA ESTUDIANTIL

MC Zita Mirthala Huerta Cerda<sup>1</sup>, MTI María Alejandra García González<sup>2</sup>,  
MA María del Carmen Catache Mendoza<sup>3</sup>, Dr. Elí Samuel González Trejo<sup>4</sup>, MES Gloria Pedroza Cantú<sup>5</sup>, MA Ruth Isela Martínez Valdez<sup>6</sup>

**Resumen**— Los avances en el campo de la computación son asombrosos, el progreso ha avanzado vertiginosamente, el Internet informa al mundo en instantes.

La incorporación de las TIC en las universidades del mundo generó un proceso de cambio que exige adaptarse a nuevas maneras de hacer y pensar. En la gestión administrativa permiten manejar grandes bases de datos haciendo más fácil los procesos y la organización.

El propósito de este trabajo fue investigar, desde el punto de vista de los estudiantes, el nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México. Se encuestó a 193 estudiantes notándose que en México el nivel de adopción se encuentra en niveles aceptables. Sin embargo, México no ha avanzado lo suficiente en el uso de las TIC dentro de las IES presentando un área de oportunidad en este sentido.

**Palabras clave**—Nivel de adopción, TIC, Gestión, IES.

## Introducción

Las Tecnologías de Información y Comunicación, son todos aquellos recursos, herramientas y programas que se utilizan para compartir la información, han cambiado la forma de comunicarnos, en donde la distancia ya no es barrera y la información viaja vertiginosamente. Las instituciones educativas no se quedan atrás en esta era digital, es importante que los modelos de enseñanza se actualicen, dejando atrás el uso del libro de texto (Martínez & Méndez, 2015)

El uso de las TIC se ha vuelto de vital importancia en la sociedad puesto que su uso ofrece excepcionales oportunidades de crecimiento además de eficientizar los procesos de negocio; en el caso particular de la educación en todos sus niveles, no es la excepción. En las Instituciones de Educación Superior en México, su uso se extiende tanto a maestros, personal administrativo y alumnos por lo que es importante considerar cómo se concibe su inserción en el proceso de enseñanza aprendizaje desde diferentes perspectivas.

### *La Educación y las TIC*

De acuerdo con Cabero (2007) en la sociedad del conocimiento los sistemas educativos se encuentran en constante transformación como instituciones de aprendizaje, reflexivas en el uso e incorporación de las TIC en su labor, en la cual se defina el qué, por qué y para qué de su incorporación y aprovechamiento.

Carneiro, Toscano, & Díaz (2015) expresan que no solo es el hecho de incorporar las TIC a la educación, sino pensar previamente cómo contribuirán al logro de los objetivos y retos, y de forma más directa a mejorar la calidad educativa. Por ello es imprescindible considerar su financiación y sostenibilidad, que incluyan programas digitales significativos, apropiados, y una adecuada formación de los profesores para que puedan disponer de ella competentemente.

<sup>1</sup> Zita Mirthala Huerta Cerda es Master en Contaduría Pública. Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas. UANL. [zita\\_hc@hotmail.com](mailto:zita_hc@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> María Alejandra García González es Master en Tecnologías de Información. Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas. UANL. [ale123456789@gmail.com](mailto:ale123456789@gmail.com)

<sup>3</sup> María del Carmen Catache Mendoza es Master en Administración. Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas UANL. [carmen\\_fcq@hotmail.com](mailto:carmen_fcq@hotmail.com)

<sup>4</sup> Elí Samuel González Trejo es Dr. en Administración. Profesor-Investigador de Tiempo Completo adscrito a la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas. UANL. [eli.gonzaleztrj@uanl.edu.mx](mailto:eli.gonzaleztrj@uanl.edu.mx)

<sup>5</sup> Gloria Pedroza Cantú es Master en Educación Superior. Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas. UANL. [gpedrozacn13@hotmail.com](mailto:gpedrozacn13@hotmail.com)

<sup>6</sup> Ruth Isela Martínez Valdez es Master en Administración. Profesora de Tiempo Completo de la carrera de Ingeniero Industrial Administrador de la Facultad de Ciencias Químicas. UANL. [risela\\_martinez@yahoo.com](mailto:risela_martinez@yahoo.com)

Según lo expresa López de la Madrid (2007) la introducción de las TIC en las universidades del mundo ha constituido un proceso de cambio y adaptación a las nuevas maneras de hacer y de pensar. En cuanto a la gestión administrativa, ha facilitado los procesos y la organización de las instituciones, haciendo posible el manejo de grandes bases de datos.

#### *Desarrollo de hipótesis de investigación*

En el proceso de adopción de las TIC se pueden presentar diversas barreras en el interior de las empresas. Entre esos problemas se encuentra la jerga técnica que genera dificultades de comunicación entre expertos en TIC y las personas que las manejan en diversas áreas de una empresa; el temor al cambio producido por variaciones en la forma de trabajar; la selección de TIC - no tan conocidas - para cambiar los procesos usados en las áreas administrativas y de gestión (Yoguel et al 2004).

Entre las competencias o destrezas necesarias en los estudiantes ante el uso de las TIC están: responsabilidad y autonomía en su propio proceso de aprendizaje, competencia en el manejo de las TIC, administrar su propio proceso de aprendizaje mediante herramientas que le permitan adquirir conocimientos y estrategias, realizar trabajo en equipo, presencial y virtual, así como la capacidad de adaptación a los nuevos escenarios digitales (Molina, 2009).

En el informe Horizon (2017), para lograr la adopción de las TIC en la educación superior, se presentan desafíos significativos tales como: Mejora de la alfabetización digital, referida a que los alumnos sean capaces de seleccionar las herramientas y los contenidos que mejoren sus resultados de aprendizaje, así como evaluar la información encontrada en la red; la brecha de resultados, que se refiere a la disparidad significativa de resultados académicos entre estudiantes o grupos de estudiantes, como consecuencia de diferencias en su estatus socioeconómico, raza, etnia, género y acceso desigual a la tecnología. Además, la gestión de la obsolescencia de los conocimientos, que las IES deben combatir alineando el currículo con las necesidades del mercado laboral.

El estudio llevado a cabo por el Instituto Federal de Telecomunicaciones (2018) sobre la adopción de las TIC en México manifiesta que los usuarios que cuentan con estudios a nivel superior es el grupo con mayores probabilidades de adoptar las TIC y usar el Internet ya que la probabilidad de adopción o uso es mayor al 90%, pero de la población encuestada únicamente el 12% cuenta con este nivel educativo, en tanto que el 59% de la población contaba con educación básica, para este grupo la probabilidad de usar el Internet es menor al 11%.

Un estudio realizado en la Universidad de Guadalajara mostró que la herramienta más utilizada por los alumnos es Word y que consideran que el uso de las TIC mejora el proceso de enseñanza aprendizaje. Los resultados del estudio muestran un buen nivel de adopción de las TIC, pero manifiestan que no mejoran los programas educativos (López de la Madrid, 2010).

Por otro lado, una investigación en la Universidad de Querétaro reconoce que las TIC facilitan y mejoran el proceso de enseñanza aprendizaje siendo los alumnos competentes en el uso de ellas, no obstante, es muy precario el uso que le dan a las TIC para su aprendizaje; dado que los docentes no cuentan con suficiente formación en el uso y dominio de las TIC y no se cuenta con instalaciones ni con la infraestructura adecuada (Guzmán, 2008).

Los estudios hechos por Catache et al. (2018) en una universidad en el Noreste de México, indican que el nivel de adopción de las TIC es bueno. El estudio seccionó el nivel de adopción de las TIC en cinco categorías: Gestión y planificación, Desarrollo curricular, Desarrollo profesional de los docentes y empleados, Cultura escolar en materia de TIC, Recursos e infraestructura de TIC resultando cada categoría en niveles de adopción que estuvieron dentro del rango de nivel medio y un rango avanzado (Catache et al, 2018).

Los argumentos anteriores demuestran que el nivel de adopción de las TIC para la gestión en las organizaciones en México tiene aún muchas áreas de oportunidad y de desarrollo para aprovechar al máximo su potencial, lo cual permite establecer la siguiente hipótesis de investigación:

H1. El nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México está en una etapa intermedia o menor.

#### **Descripción del Método**

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizó la encuesta propuesta por Catache et al. (2018) para evaluar el nivel de adopción de las TIC para la gestión en las IES en México. Con este fin, dicho instrumento fue revisado por 3 expertos en el área de las TIC con el propósito de evaluar que los ítems fueran pertinentes de acuerdo con la población que se utilizó para el estudio. Después de esta evaluación, se eliminaron algunos ítems y se hicieron modificaciones mínimas a otros reactivos. Posteriormente se llevó a cabo una prueba piloto donde participaron 5 personas para verificar que los reactivos estuvieran claros y que no hubiera confusión al contestar la encuesta.

El instrumento final está conformado por 4 categorías enfocadas a evaluar diferentes aspectos concernientes al nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES, específicamente en cómo utilizan las TIC para apoyar el uso de estas herramientas tecnológicas en sus alumnos. Estas categorías son las siguientes: a) Las TIC y el desarrollo curricular, b) Desarrollo profesional de alumnos, c) Cultura escolar en materia de TIC y d) Recursos e infraestructura de TIC. La categoría Las TIC y el desarrollo curricular tiene un total de 5 reactivos, la categoría Desarrollo

profesional de alumnos consta de 6 reactivos, la categoría sobre Cultura escolar en materia de TIC también está conformada por 6 preguntas y la categoría enfocada a Recursos e infraestructura de TIC tiene 6 ítems. El instrumento final contiene 23 ítems enfocados a medir el nivel de adopción para la gestión de las IES. Las alternativas u opciones de respuesta a cada reactivo se dividieron en 3 niveles de adopción de las TIC: a) el nivel inicial, b) nivel medio y c) nivel avanzado.

La muestra que se utilizó para esta investigación incluyó estudiantes de una de las universidades públicas más grandes y reconocidas de México, la cual está ubicada en el noreste. Se aplicó el instrumento a 193 estudiantes cuyas edades oscilaron entre 17 y 20 años al momento de este estudio.

*Resumen de resultados*

Para probar la hipótesis de este estudio, se realizó la suma de las respuestas de cada nivel de adopción (inicial, medio y avanzado) en cada una de las 4 categorías. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el paquete Excel versión 2017 (MS Office 365).

Las Figuras 1a, 1b, 1c y 1d exhiben los resultados para cada una de las 4 grupos o categorías relacionadas al nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México. Como fue explicado con anterioridad, las barras en cada una de las gráficas representan a los niveles inicial, medio y avanzado de adopción de las TIC.

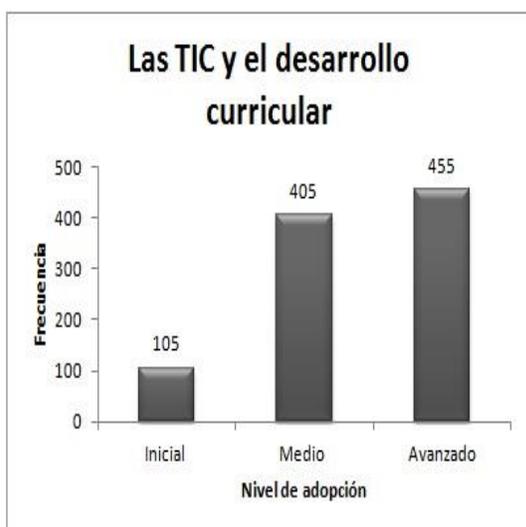


Figura 1 (a)



Figura 1 (b)

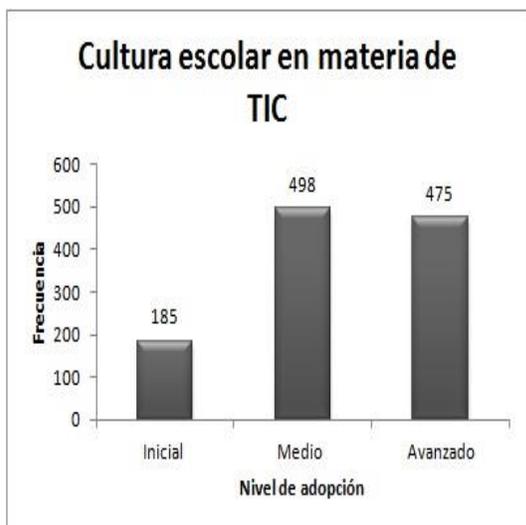


Figura 1 (c)

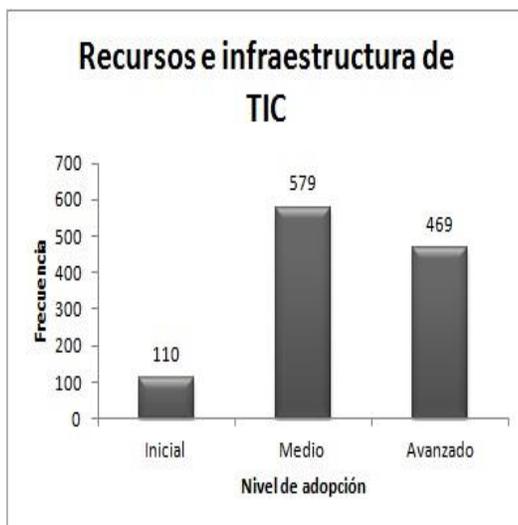


Figura 1 (d)

La primera categoría, la cual está relacionada a uso de las TIC para el Desarrollo curricular, muestra en sus resultados que el nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES está contundentemente entre los niveles intermedio y avanzado. Las respuestas para el nivel intermedio fueron un total de 405 y 455 para el nivel avanzado en esta categoría. Solamente 105 respuestas se obtuvieron del nivel inicial. Por lo tanto y de acuerdo con esta categoría se rechaza la hipótesis de investigación H1.

Con respecto a la categoría de las TIC y el desarrollo profesional de los estudiantes, los resultados mostraron que el nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES está entre los niveles inicial e intermedio, fueron 390 respuestas dentro del nivel inicial o bajo y 403 en el rango intermedio mientras que en el nivel avanzado solo se obtuvieron 365 respuestas. Estos resultados van de acuerdo y por lo tanto apoyan a la hipótesis de investigación H1.

La categoría orientada a la Cultura escolar en materia de TIC obtuvo 498 respuestas en el nivel intermedio y 475 estuvieron dentro del rango avanzado mientras que el nivel inicial obtuvo solo 185 respuestas. Estos resultados indican un nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en un rango intermedio o mayor lo cual es contrario a la hipótesis de investigación H1.

Por último, la categoría de Recursos e infraestructura de TIC muestra 579 respuestas en nivel intermedio y 469 en el rango avanzado, contra 110 para nivel inicial. Estos resultados nos permiten rechazar la hipótesis de investigación H1 en esta categoría.

Resumiendo, los datos obtenidos acerca de las 4 categorías relacionadas al nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México muestran resultados mixtos, ya que en 3 de las categorías los resultados fueron contrarios a la hipótesis de investigación H1 y en la categoría de Desarrollo profesional de los estudiantes los resultados fueron a favor de dicha hipótesis.

#### *Discusión*

Los encontrados en este estudio muestra resultados similares a los presentados por Catache et al. (2018) en donde se encontró que las IES en México tienen un nivel intermedio o mayor en cuanto al nivel de adopción. Lo anterior nos indica que los estudiantes tienen una opinión parecida a sus profesores y al personal administrativo de las IES en México. De acuerdo con esta opinión, en México se está haciendo un fuerte uso de las TIC para gestionar las instituciones de educación superior. Sin embargo, en una de las categorías relacionada al Desarrollo profesional de los estudiantes, los resultados fueron contrarios, ya que la opinión de los estudiantes en esta categoría es que el uso de las TIC para la gestión se encuentra en un nivel de intermedio o bajo. Esta categoría está orientada al nivel de capacitación que reciben los estudiantes en el uso de las distintas herramientas tecnológicas por parte de la IES, por otra parte, se refleja en los resultados que los estudiantes no conocen todas las herramientas tecnológicas con las que cuenta la IES y por lo tanto el estudiante no puede sacar el máximo provecho de ellas. Es importante poner más énfasis en el fortalecimiento de esta categoría sin dejar de atender las demás.

Como se mencionó en el párrafo anterior, existe una falta de capacitación y de promoción de las TIC hacia los estudiantes muy marcada, ya que en la categoría enfocada al desarrollo del personal en materia de TIC se obtuvieron 390 respuestas en nivel inicial y 405 en nivel intermedio. Esta falta de conocimiento y capacitación oportuna de los estudiantes en relación con las herramientas tecnológicas con las que cuenta la IES puede deberse a que la prioridad en el uso de estas herramientas está centrada en los profesores y/o en el personal administrativo, sin embargo, la razón de ser de cualquier IES es la de formar de manera integral a sus estudiantes y parte de esta formación está en el manejo de las TIC para su labor académica y profesional. De poco o nada sirve el que la IES tengan disponibles herramientas tecnológicas si sus estudiantes no las conocen o no las utilizan, es necesario que cada estudiante reciba oportunamente una inducción completa que incluya todas las herramientas con las que cuenta la IES para que se potencialice su uso y se saque el máximo provecho de estas herramientas.

#### *Conclusiones*

En conclusión, se encontró que, desde el punto de vista de los estudiantes, hay un nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México que puede considerarse aceptable, estos resultados apoyan las deducciones obtenidas por Catache et al. (2018) quienes encontraron resultados similares encuestando a profesores y a personal administrativo. Sin embargo, existen también diferencias de opinión importantes, sobre todo en relación con el Desarrollo profesional por parte de los estudiantes ya que estos indican que no hay suficiente capacitación ni promoción de las TIC disponibles por parte de las IES. Estos resultados, aunque soportan este estudio anterior (Catache et al., 2018), no pueden ser generalizados a toda la república mexicana ya que la muestra utilizada fue conformada solamente por personas que estudian en la zona noreste de México y que además estudian dentro de la misma IES. Por lo tanto, será necesario realizar estudios futuros sobre este mismo tema utilizando una muestra con mayor representación geográfica y estudiantil.

Por otra parte, estos resultados tienen implicaciones importantes para directivos de las IES que deben tomarse en cuenta. Este estudio permite que los directivos de IES se den cuenta que es importante que se promocionen fuertemente en toda la población estudiantil las diversas herramientas tecnológicas con las que cuenta la IES y

también se redoblen esfuerzos por capacitar a los estudiantes en el manejo de dichas herramientas. En cuanto a las implicaciones para investigadores, este estudio extiende el estudio realizado por Catache et al. (2018) enfocado al uso de la tecnología para la gestión de las IES en México.

El propósito de este trabajo fue el de investigar, desde el punto de vista de los estudiantes, el nivel de adopción de las TIC para la gestión de las IES en México y los resultados que se obtuvieron indican que las IES en nuestro país tienen un nivel de adopción de TIC aceptable y que aún hay mucho campo para la mejora.

### Referencias

- Cabero AJ. Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y comunicación educativas*. 2007; 21(45): p. 4-19.
- Carneiro R, Toscano J, Díaz T. Los desafíos de las TIC para el cambio educativo Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos; 2015.
- Catache MM, González TE, Pedroza CG, Huerta CZ, Martínez VR, García GM. GESEMAP. [Online].; 2018. Available from: <http://www.gesemapcuba.com/>.
- Guzmán FT. SCRIBD. [Online].; 2008 [cited 2019 marzo 25. Available from: <https://es.scribd.com/document/73292643/TESIS-TGF>.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. ADOPCIÓN DE LAS TIC Y USOS DE INTERNET EN MÉXICO. Impacto de las características sociodemográficas de los usuarios. [Online].; 2018 [cited 2019 marzo 27. Available from: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/adopciondelasticusosdeinternetenmexico.pdf>.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). Resumen informe Horizon educación superior. , Departamento de proyectos europeos; 2017.
- López de la Madrid C, Flores GK. Portal Bibliotecas de la CUAED. [Online].; 2010 [cited 2019 marzo 24. Available from: <https://repositorial.cuaed.unam.mx:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/1507/Las%20TIC%20en%20la%20educaci%C3%B3n%20superior%20de%20M%C3%A9xico.doc?sequence=1&isAllowed=y>.
- López de la Madrid M. Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso. *Apertura*. 2007; 7(7): p. 63-81.
- Martínez S, Méndez L. Repositorio Institucional. [Online].; 2015. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/62544>.
- Molina TM. CCOO. [Online].; 2009 [cited 2019 marzo 26. Available from: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6277.pdf>.
- Moreno J. az Revista de educación y cultura. [Online].; 2013. Available from: <http://www.educacionyculturaaz.com/impacto-de-las-tic-en-la-educacion/>.
- Yoguel G, Novick M, Milesi D, Roitter S, Borello J. Información y conocimiento: la difusión de TICs en la industria. CEPAL. 2004;(82): p. 139-156.

### Notas Biográficas

**Zita Mirthala Huerta Cerda** es Master en Contaduría Pública por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Ha participado en 4 Congresos Internacionales presentando en seis artículos arbitrados y ha elaborado ocho libros.

**María Alejandra García González** es Master en Tecnologías de Información por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Es profesora investigadora en la UANL. Ha contribuido con el repositorio RIACTI (Recursos de Información Académica, Científica, Tecnológica y de Innovación). Ha publicado ocho libros de la editorial UANL, ha participado en cinco artículos de divulgación científica, de los cuales ha sido ponente en tres congresos internacionales en los últimos dos años

**María del Carmen Catache Mendoza** es Master en Administración por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Ha presentado siete artículos en congresos internacionales, de los cuales cuatro han sido publicados en revistas arbitradas y ha participado en seis libros.

**Elí Samuel González Trejo** es Dr. en Administración por la Universidad Internacional de Texas A & M. Actualmente es coordinador académico del posgrado en Administración y profesor titular de la UANL. Ha participado en diversas publicaciones para Congresos, libros y revistas internacionales.

**Gloria Pedroza Cantú** es Master en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Nuevo León, docente en la Facultad de Ciencias Químicas de la UANL, en la carrera de Ingeniero Industrial Administrador. Ha participado en la publicación de seis artículos arbitrados y en la elaboración de varios libros.

La **M.A. Ruth Isela Martínez Valdez** es catedrática certificada en Administración por la ANFECA, docente de la Universidad Autónoma de Nuevo León en la Facultad de Ciencias Químicas en la carrera de Ingeniería Industrial y en la Facultad de Contaduría Pública y Administración de la Licenciatura en Administración, ha presentado diez artículos en congresos, de los cuales seis han sido publicados en revistas arbitradas y ha participado en cuatro libros.

# POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE BACTERIAS AISLADAS DEL EFLUENTE DEL COMEDOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CAMPECHE EN LA DEGRADACIÓN DE GRASAS Y ACEITES

M. en C. Gabriela Guadalupe Huitz-Chan<sup>1</sup>, P.I.Q. Luis Alberto Te Zapata<sup>2</sup>,  
M. en C. Manuel Antonio Reyes Rodríguez<sup>3</sup> y M. en C. Rafael de Jesús Camacho Chab<sup>4</sup>

**Resumen**—En este trabajo se ha realizado el aislamiento de bacterias endógenas provenientes de un inóculo de un efluente del comedor del Instituto Tecnológico de Campeche (ITC), Campeche, México. Para la realización de los ensayos en lote, se seleccionó la colonia bacteriana que presentó una coloración amarilla, la cual fue la más abundante y visible, la bacteria aislada presenta una forma irregular y es Gram (-). Transcurrido el tiempo de incubación de 63 días en medio mineral usando aceite vegetal en estado quemado como único sustrato y oxigenación, se obtuvo una velocidad específica de crecimiento ( $\mu$ ) de  $0.24 \text{ d}^{-1}$ , observándose un cambio de coloración en el aceite vegetal quemado.

**Palabras clave**—Agua Residual, Grasas y Aceites, Inóculo, Bacteria, Crecimiento Microbiano.

## Introducción

Los lípidos (representados mayoritariamente por aceites, grasas y ácidos grasos de cadena larga) son componentes orgánicos importantes en aguas residuales. El consumo de aceite vegetal incrementó rápidamente (3.5%), cerca del doble del crecimiento mundial de la población, aumentando 1.6% entre 1980 y el año 2000 (Abass et al., 2011). La cantidad de lípidos en el agua municipal es aproximadamente del 30-40% de la demanda química total de oxígeno (Chipasa y Medrzycka, 2006).

Los cuerpos de agua a nivel mundial están cada vez más contaminados con agua aceitosa, sus efectos pueden ser irreversibles para los organismos vivos acuáticos y las consecuencias de estos efectos se transfieren directa o indirectamente a los seres humanos, ya que también participan en la cadena alimentaria del ecosistema (Abid et al, 2003). Stams y Oude (2005) reportaron que los efectos del aceite y la grasa en aguas residuales incluyen obstrucciones físicas en las alcantarillas, bombas, filtros, lo que conlleva en un aumento de costos de mantenimiento.

Las aguas residuales que contienen grasas y aceites se han tratado tradicionalmente por métodos físicos, lo que actualmente se considera insuficiente si la grasa está en su forma dispersa. Se ha encontrado que el tratamiento biológico es el método más eficaz para eliminar estos compuestos al degradarlos en moléculas miscibles (Odeyemi et al, 2010). Por lo tanto, la manipulación de microorganismos para el tratamiento y los propósitos de biorremediación proporcionan una herramienta muy eficiente para purificar efluentes contaminados (Glazer y Nikaido, 1995). La biorremediación, definida como el uso de microorganismos para degradar contaminantes ambientales (Atlas y Cerniglia, 1995; Boopathy, 2000) ha demostrado ser una herramienta útil en la eliminación de aceite. Los métodos de biorremediación usan microorganismos que se encuentran naturalmente en el ambiente y degradan (mineralizan) los contaminantes a productos menos tóxicos o inofensivos como el dióxido de carbono y el agua (Mulligan y Gibbs, 2001).

Dado que los aceites crudos contienen una gama tan amplia de estructuras moleculares, se postuló que cultivos mixtos son capaces de degradar rápidamente el petróleo crudo y quizá podrían tener aplicaciones más amplias en la biotransformación de contaminantes ambientales hidrofóbicos. Su uso proporciona una mayor diversidad metabólica y un proceso capaz de degradar una variedad de lodos de residuos aceitosos (Ward et al., 2003)

El uso de enzimas lipasas producidas por todos los organismos puede resolver el problema, ya que catalizan la síntesis o hidrólisis de la grasa (Shabtai, 1991). Mongkolthanasakulchai y Dharmstithi (2002) evaluaron un cultivo mixto compuesto de *P. aeruginosa* LP602, *Acinetobacter calcoaceticus* LP009 (ambas bacterias productoras de lipasa) y

<sup>1</sup> La M. en C. Gabriela Guadalupe Huitz Chan es Profesora de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Campeche, Campeche, México. [gabriela.huitz@itcampeche.edu.mx](mailto:gabriela.huitz@itcampeche.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El P.I.Q. Luis Alberto Te Zapata es egresado de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Campeche, Campeche, México. [l2470266@itcampeche.edu.mx](mailto:l2470266@itcampeche.edu.mx)

<sup>3</sup> El M. en C. Manuel Antonio Reyes Rodríguez es Profesor de Ingeniería Ambiental en el Instituto Tecnológico de Campeche, Campeche, México. [manuel.rodriguez@itcampeche.edu.mx](mailto:manuel.rodriguez@itcampeche.edu.mx)

<sup>4</sup> El M. en C. Rafael de Jesús Camacho Chab es Profesor de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Campeche, Campeche, México. [rafael.camacho@yahoo.com.mx](mailto:rafael.camacho@yahoo.com.mx)

*Bacillus sp.* B304 (una bacteria productora de lipasa) y *Bacillus sp.* B304 (una bacteria productora de amilasa y proteasa) para disminuir el valor de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el contenido de lípidos de las aguas residuales ricas en lípidos. Las enzimas lipolíticas atraen actualmente una enorme atención debido a su potencial biotecnológico (Arpigny y Jaeger, 1999).

Se han utilizado diversos microorganismos para el tratamiento de aguas residuales de restaurantes y otras aguas residuales con contenido de grasas, se propuso un método para el tratamiento mediante el cultivo directo de levaduras lipófilas en los residuos (Anon, 1994). Tano-Debrah et al (1999) desarrollaron un inóculo con alta actividad degradadora del contenido de aceite, que consistió en un cultivo mixto de 15 bacterias aisladas de varias muestras de aguas residuales provenientes de las trampas de grasas de restaurantes en Japón. Todas las bacterias aisladas fueron capaces de degradar las grasas y aceites hasta cierto punto. Sin embargo, el grado de degradación varió para cada grasa/aceite analizado. Los autores sugirieron la necesidad de identificar más microorganismos con capacidad de degradación para optimizar y ampliar las aplicaciones de la tecnología de biodegradación de lípidos.

En cuanto al crecimiento microbiano, los microorganismos capaces de degradar el contaminante aumentan en número cuando el contaminante está presente, cuando el contaminante se degrada, la población biodegradadora disminuye (Mohdkhairulnizam, 2008).

### Descripción del Método

El objetivo de la investigación fue determinar el potencial biotecnológico de bacterias aisladas del efluente del comedor del ITC, en la degradación de grasas y aceites, mediante la medición de la velocidad específica de crecimiento, así como la observación de una minimización en la cantidad de grasas y aceites.

La importancia de este estudio radica en encontrar una bacteria que en condiciones aerobias use como único sustrato aceite vegetal quemado simulando las aguas residuales contaminadas con residuos grasos provenientes de aguas domésticas. Todo lo anterior, como una futura alternativa biotecnológica para el tratamiento de residuos grasos, que representan una fuente de deterioro ambiental y de salud.

La toma de muestra del agua residual (AR) fue realizada de acuerdo con la NMX-AA-003/3-SCFI-2008, la cual fue obtenida de la fosa séptica del comedor del ITC a una profundidad de 1 metro, con homogenización constante (Figura 1), en frascos estériles y posteriormente transportadas al laboratorio de Microbiología del ITC. El comedor del ITC, tiene un horario de trabajo de 8:00 am a 7:00 pm, durante este tiempo se generan aguas residuales con contenido de grasas y aceites, se tomó una muestra compuesta para obtener aislados bacterianos nativos que puedan usar las grasas y aceites como sustrato para sus determinadas funciones de crecimiento.

El aislamiento de cepas bacterianas degradadoras de grasas y aceites se llevó a cabo por el método de enriquecimiento secuencial y un período de adaptación, empleando como sustrato una concentración de aceite vegetal quemado (Figura 2). El enriquecimiento (5 días, matraz 1) se realizó empleando medio mineral modificado del medio diseñado por Zajic y col. compuesto por (g.L<sup>-1</sup>): KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.05; NH<sub>4</sub>Cl 0.1; KCl 0.01; MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.05; CaCl<sub>2</sub> 0.001; FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.001, agregando glucosa al 0.1 % como fuente de carbono. La adaptación durante 5 días (matraz 2) se realizó utilizando el medio mineral antes mencionado, 10 ml de aceite vegetal doméstico quemado, 0.1 % de glucosa y posteriormente, sin glucosa durante cinco días (matraz 3).



Figura 1. Fosa séptica del comedor del ITC, toma de muestra de AR.

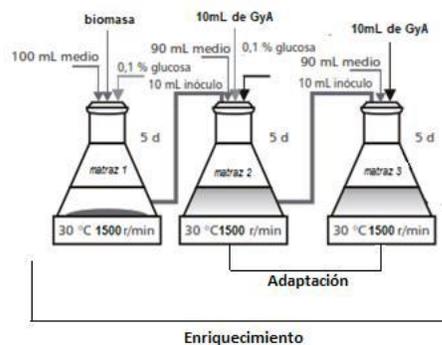


Figura 2. Distribución del enriquecimiento y adaptación bacteriana

La biomasa bacteriana de los cultivos (matraces 1-3), fue obtenida mediante centrifugación a 1500 rpm durante 10 minutos (usando una centrifuga modelo EBA 21-Hettich zentrifugen). La selección de las cepas degradadoras de grasas y aceites se realizó mediante la evaluación de su crecimiento en placas con agar nutritivo que contenían como sustrato aceite vegetal quemado.

En la descripción microscópica, las bacterias previamente purificadas fueron caracterizadas mediante el método diferencial de Gram (Prescott, 2009). Las colonias bacterianas presentan características en cuanto a su forma y aspecto, mismas que pueden ser valoradas mediante observación ayudando a su identificación. Por lo tanto, la caracterización macroscópica consistió en la observación de: la morfología de las colonias, coloración superficial y bordes de la colonia.

Los ensayos en lote se mantuvieron a una temperatura ambiente y con oxigenación semicontinua, durante 63 días. Se realizaron dos repeticiones de un mismo ensayo y un control abiótico, en condiciones de asepsia. El contenido de cada bioensayo se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de ensayos en lote

Bioensayos	Contenido
 <i>Experimental 1</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio mineral, aceite vegetal doméstico quemado 2300ml</li> <li>• Biomasa bacteriana <math>19 \times 10^5</math> UFC/ml</li> <li>• Oxigenación inducida por agitación mecánica</li> <li>• Temperatura ambiente (<math>32^\circ\text{C}</math>)</li> </ul>
 <i>Experimental 2</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio mineral, aceite vegetal doméstico quemado 2300ml</li> <li>• Biomasa bacteriana <math>19 \times 10^5</math> UFC/ml</li> <li>• Oxigenación inducida por agitación mecánica</li> <li>• Temperatura ambiente (<math>32^\circ\text{C}</math>)</li> </ul>
 <i>Control abiótico</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio mineral, aceite vegetal doméstico quemado 2300ml</li> <li>• Temperatura ambiente (<math>32^\circ\text{C}</math>)</li> <li>• Sin biomasa bacteriana</li> </ul>

Para determinar la velocidad específica de crecimiento de la bacteria aislada, se utilizó el siguiente desarrollo matemático:

$$\frac{dN}{dt} = \mu N$$

$$N = N_0 e^{\mu(t-t_0)}$$

Donde,  $\mu$  = velocidad específica de crecimiento ( $t^{-1}$ ) y  $N$  = Número de población. El cual se caracteriza mediante la siguiente ecuación:

$$\ln N - \ln N_0 = \mu(t - t_0)$$

La determinación de grasas y aceites se realizó de acuerdo a la norma NMX-AA-005-SCFI-2000, la cual consistió en dos etapas: filtración de la muestra y extracción. El contenido se calculó según la ecuación:

$$\text{Grasas y aceites (mg/L)} = (A - B)/V$$

Donde, A = peso final del matraz de extracción (mg), B = peso inicial del matraz de extracción (mg) y V = volumen de la muestra (L).

### Comentarios Finales

#### *Aislamiento y selección de cepa bacteriana*

Posterior al tiempo de enriquecimiento y adaptación, la selección de las cepas degradadoras de grasas y aceites se realizó mediante la evaluación de su crecimiento en placas con agar nutritivo con y sin aceite vegetal quemado, creciendo tres colonias de diferente coloración, tal como se observa en el cuadro 1, predominando en ambas placas, la colonia de coloración amarilla, la cual fue seleccionada para la realización de los bioensayos.

#### *Caracterización microscópica y macroscópica*

La bacteria aislada presenta las características plasmadas en el cuadro 2.

Placa	Con aceite	Sin aceite
Siembra por estria		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coloración Colonia 1: Amarilla</li> <li>• Coloración Colonia 2: Verde</li> <li>• Coloración Colonia 3: Azul</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coloración Colonia 1: Amarilla</li> <li>• Coloración Colonia 2: Verde</li> <li>• Coloración Colonia 3: Azul</li> </ul>

Cuadro 1. Cepas bacterianas

Bacteria seleccionada	
	
<b>Morfología</b>	Forma de colonia: irregular Borde: ondulado
<b>Coloración</b>	Amarilla clara
<b>Fluorescencia</b>	A la luz tiene una fluorescencia amarilla-verde
<b>Tinción Diferencial</b>	Gram (-)

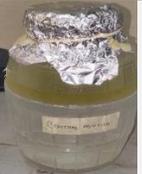
Cuadro 2. Caracterización microscópica y macroscópica

#### *Bioensayos*

En el cuadro 3, se resume lo observado en los ensayos en lote en el transcurso de 63 días, después de la inoculación de la bacteria aislada, realizando mediciones de unidades formadoras de colonias en el día 1, después de 21 días y transcurridos 63 días.

#### *Velocidad específica de crecimiento y de grasas y aceites*

Con base en los datos obtenidos de las mediciones de unidades formadoras de colonias (UFC) de los bioensayos inoculados (cuadro 4) y después de implementar la ecuación correspondiente al modelo matemático de crecimiento bacteriano, para la determinación de la velocidad específica de crecimiento ( $\mu$ ), se puede observar en la figura 3 que  $\mu$  es igual a  $0.246 \text{ d}^{-1}$ . No se reporta crecimiento microbiano en el control abiótico. Con respecto a las concentraciones de grasas y aceites no se reportan valores, debido a la gran variación de los datos obtenidos, debido a la dificultad en la toma de muestras para determinación de grasas y aceites.

Días transcurridos	Experimental 1	Experimental 2	Control abiótico	Observaciones
1				Punto inicial: el experimento 1 presenta un color más turbio y amarillo, el experimento 2 presenta un color menos amarillo y turbio, el control abiótico presenta un color transparente.
21				Punto medio: se observó en el experimento 1 y 2 una mayor coloración blanca-amarilla y mayor turbidez en comparación de los bioensayos iniciales, el control abiótico no mostró ningún cambio.
63				Punto final: se observó mayor turbidez en los experimentales 1 y 2, cabe destacar que hubo una disminución en el volumen de los bioensayos y se observó una capa blanca-amarilla adherida al aceite. El control abiótico no mostró ningún cambio con respecto al punto inicial.

Cuadro 3. Bioensayos en lote

Tiempo	N°UFC/ml	LN N° UFC/ml	LN Dx - LN Dx-1
0	1.90E+06	14.4573644	
21	1.95E+09	21.3910952	6.93
63	1.5E+13	30.3390713	8.95

Cuadro 4. Datos del crecimiento microbiano del bioensayo experimental

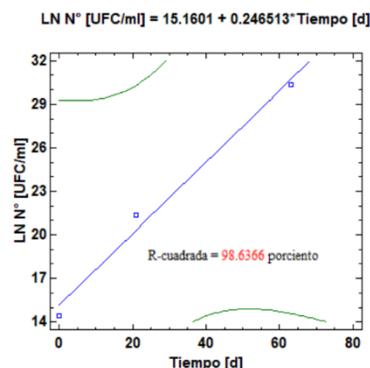


Figura 3. Crecimiento bacteriano

*Resumen de resultados*

Los resultados de la investigación incluyen el crecimiento microbiano de una bacteria en presencia de grasas y aceites, mediante la obtención de la velocidad específica de crecimiento.

*Conclusiones*

Hay un incremento gradual del número de unidades formadoras de colonias desde la inoculación hasta el término de los experimentos (63 días). Se obtiene un crecimiento lineal, por lo que no se puede observar las diferentes fases de una cinética de crecimiento.

Después del análisis realizado se puede concluir que, al reportarse un valor de velocidad específica de crecimiento de 0.01 h<sup>-1</sup>, la cepa aislada fue capaz de crecer en presencia de aceite quemado como fuente de energía, representando un potencial biotecnológico en la degradación biológica de grasas y aceites.

*Recomendaciones*

Dado que la cinética de crecimiento no pudo observarse por el número de muestras tomadas, se recomienda realizar un mayor número de toma de muestras para conteo microbiano, así como un mayor control en el muestreo

de grasas y aceites para determinar el porcentaje de degradación biológica. Como seguimiento de esta investigación se recomienda realizar la identificación bacteriana de la cepa aislada mediante secuenciación del ARNr 16S.

### Referencias

- Abass, O., Ahmad, T., Suleyman, A., Mohamed, I., y M.D. Zahangir, 2011. "Removal of Oil and Grease as emerging pollutants of concern (EPC) in wastewater stream," *IJUM Engineering Journal*, Vol.12, No. 4: Special Issue on Biotechnology.
- Arpigny, J. y K.E. Jaeger, 1999. "Bacterial lipolytic enzymes: classification and properties," *Biochem. J.*, 343: 177-183.
- Anon, 1994. "Per l'olio di olive fine delle frodi?. L'Informatore Agrario," 18, 41.
- Atlas, R.M. y C.E. Cerniglia, 1995. "Bioremediation of petroleum pollutants: Diversity and environmental aspects of hydrocarbon biodegradation," *BioScience* 45, pp. 332-338.
- Boopathy, R., 2000. "Factors Limiting Bioremediation Technologies," *Bioresource Technology*, 74, pp. 63-67.
- Chipasa, K. y K. Medrzycka, 2006. "Behavior of lipids in biological wastewater treatment processes," *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, Vol. 33, No. 8, pp. 635-645.
- Glazer, A. y H. Nikaido, 1995. "Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology," New York: W.H. Freeman and Company.
- Mohammadi, T. y A. Esmaelifar, 2005. "Journal of Membrane Sciencia, Vol. 254, pp. 129-137.
- Mohdkhairulnizam B., 2008. "Bioremediation of oil from domestic wastewater using mixed culture: Effect of inoculum concentration and agitation speed,"
- Mongkolthananuk, W. y S. Dharmstithi, 2002. "Biodegradation of lipid-rich waste water by a mixed bacterial consortium," *Int. Biodeterioration Biodegrad.* 50: 101-105.
- Mulligan, C., Yong, R. y B. Gibbs, 2001. "Remediation technologies for Metal-Contaminated soils and groundwater: An Evaluation. *Engineering Geology*," 60, pp. 193-207.
- Odeyemi, A., Dada, A., Ogunbanjo, O. y M.A. Ojo, 2010. "Bacteriological, physicochemical and mineral studies on Awedele spring water and soil samples in Ado Ekiti, Nigeria," *African Journal of Environmental Science and Technology*. 4(6): 319-327.
- Prescott, L.M., Harley, J.P. y D.A. Klein, 2009. *Microbiología: 7ª Edición*, McGraw-Hill, Interamericana.
- Shabtai, Y., 1991. "Isolation and characterization of a lipolytic bacterium capable of growing in a low-water-content oil-water emulsion," *Appl. Environ. Microbiol.*, 57:1740-1745.
- Stams, A. y E.S.J. Oude, 1997. "Understanding and advancing wastewater treatment. *Current Opinion in Biotechnology*," Vol. 8, pp. 328-334.
- Tano-Debrah, K., Fukuyama, S., Otonari, N. y F. Taniguchi, 1999. "Inoculum for the aerobic treatment of wastewaters with high concentrations of fats and oils," *Bioresource Technology Journal*.
- Ward, P., Davis, B.J. y D. Kooijman, 2003. "Ambient smell and the retail environment: Relating olfaction research to consumer behavior," *Journal of Business and Management*, 9(3), pp. 289-302.

### Notas Biográficas

La **M. en C. Gabriela Guadalupe Huitz Chan** es profesora del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Campeche. Su Maestría en Ciencias en la especialidad en Biotecnología y Bioingeniería es del Centro de Investigación de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, especializándose en el área de Ingeniería Ambiental.

El **P.I.Q. Luis Alberto Te Zapata** es pasante de la carrera de Ingeniería Química, egresado del Instituto Tecnológico de Campeche.

El **M. en C. Manuel Antonio Reyes Rodríguez** es profesor del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Campeche. Su Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica es del Instituto Tecnológico de Mérida, especializándose en el área de Ingeniería Ambiental. Ha publicado artículos en las revistas *Ecorfan* e *Iberoamericana*, así como en el *Academia Journal*.

El **M. en C. Rafael de Jesús Camacho Chab** es profesor del Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica del Instituto Tecnológico de Campeche. Su Maestría en Ciencias Marinas con la Especialidad en Preservación de Infraestructura Marina es de la Universidad Autónoma de Campeche. Ha publicado artículos en la *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, *Anti-Corrosion Methods and Material* y en *IJ of Electrochemical Science*.

# Bienestar Psicológico Y Risoterapia en estudiantes de la Universidad Autónoma De Campeche

Mtro. Carlos Efrén Huitz Uc<sup>1</sup>, Dra. Cindy Rossina Saravia López<sup>2</sup>, Dra. Luz Virginia Pacheco Quijano<sup>3</sup>, Dra. Lilitiana García Reyes<sup>4</sup>, Dr. Miguel Ángel Tuz Sierra<sup>5</sup>, Mtro. Sinuhé Estrada Carmona<sup>6</sup>, Dra. Gabriela Isabel Pérez Aranda<sup>7</sup>

**Resumen**— El presente estudio tuvo como objetivo describir el bienestar psicológico de estudiantes universitarios de nuevo ingreso de la Universidad Autónoma de Campeche antes y después de la aplicación de un Programa de Risoterapia. La muestra fue conformada por estudiantes de entre 18 y 20 años

Se aplicó la Escala de Bienestar Psicológico (Ryff, 1989), en dos momentos (pretest y postest), mediante un estudio de tipo cuantitativo-longitudinal, con un diseño cuasiexperimental, un nivel de estudio explicativo, y un paradigma de investigación de tipo socio-crítico, exponiendo los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de las medias, así como de la prueba estadística t de Student.

Entre los resultados se encontró que hubo al menos una mejora importante en todas las dimensiones a través del análisis de medias del pretest y postest, pero las dimensiones en las que se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en la prueba t fueron las de relaciones positivas y dominio del entorno que son manifestaciones para el bienestar psicológico.

**Palabras clave**— bienestar psicológico, risoterapia, estudiantes universitarios, relaciones positivas.

## Introducción

Páramo (2012, p. 9) afirma que la entrada en la universidad representa un conjunto de situaciones altamente estresantes porque la persona puede experimentar (aunque sólo sea transitoriamente) una falta de control sobre el nuevo contexto donde se va a insertar, potencialmente generador de estrés y, en último término, generador del fracaso académico universitario. Del mismo modo, el estrés académico es definido como aquel que se produce en el ámbito educativo y que puede afectar tanto al profesorado en el abordaje de su tarea docente, como al alumnado en cualquier nivel, especialmente en el ámbito universitario.

El bienestar psicológico, siendo un concepto ligado a la percepción de un individuo sobre su satisfacción personal, puede verse trastocado por las experiencias y exigencias que acarrea la vida universitaria. Por tal razón, diversas investigaciones se han enfocado en trabajar con la población estudiantil desde acercamientos que resaltan las fortalezas de los sujetos como factores protectores ante las demandas transicionales y académicas. (Feldman, et al., 2008, p. 740).

La técnica de risoterapia ha demostrado ser un recurso terapéutico eficiente para la prevención e intervención de los diversos síntomas psicológicos, siendo sus técnicas aplicables a un sinnúmero de poblaciones, de diversos grupos de edades, aportando entre sus beneficios, un incremento de la felicidad, la actitud positiva y el bienestar psicológico.

Por tal razón, surge la siguiente investigación con el fin de demostrar que las técnicas risoterapéuticas pueden ser un recurso de mejora del bienestar psicológico en estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad

<sup>1</sup> Mtro. Carlos Efrén Huitz Uc es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche. [caehuitz@uacam.mx](mailto:caehuitz@uacam.mx)

<sup>2</sup> Dra. Cindy Rossina Saravia López es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades, actual rectora de la Universidad Autónoma de Campeche. [crsaravi@uacam.mx](mailto:crsaravi@uacam.mx)

<sup>3</sup> Dra. Luz Virginia Pacheco Quijano es docente-investigador de la Lic. Psicología, actual directora de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche. [lvpachec@uacam.mx](mailto:lvpachec@uacam.mx)

<sup>4</sup> Dra. Lilitiana García Reyes es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche [ligarcia@uacam.mx](mailto:ligarcia@uacam.mx)

<sup>5</sup> Dr. Miguel Ángel Tuz Sierra es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche. [miguatuz@uacam.mx](mailto:miguatuz@uacam.mx)

<sup>6</sup> Mtro. Sinuhé Estrada Carmona es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche [sestrada@uacam.mx](mailto:sestrada@uacam.mx)

<sup>7</sup> Dra. Gabriela Isabel Pérez Aranda es docente-investigador de la Lic. Psicología de la Facultad de Humanidades de la Universidad Autónoma de Campeche [gaiperez@uacam.mx](mailto:gaiperez@uacam.mx)

Autónoma de Campeche, en quienes se ha encontrado diversas problemáticas de índole personal, social, familiar y psicológico, mediante los departamentos de tutorías de la UAC.

### Descripción del Método

El estudio fue de tipo cuantitativo, longitudinal, cuasiexperimental. Se utilizó un nivel de estudio explicativo. La muestra la conformaron 23 estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad Autónoma de Campeche. El tipo de muestreo fue por conveniencia, debido a las características de la misma. Por otro lado, se implementó un instrumento que medía el bienestar psicológico (Escala de Bienestar Psicológico, de Ryff (1989), versión adaptada por Díaz, Rodríguez-Carbajal, Blanco y Moreno, 2008), con un total de 29 ítems, en dos momentos, pretest y postest, lo que permitió observar los efectos del programa de risoterapia, antes y después de la intervención. El instrumento se subdivide a su vez en 6 dimensiones que son: dominio del entorno, crecimiento personal, autoaceptación, relaciones positivas con otros, autonomía y propósito en la vida. El programa de risoterapia, por su parte, estuvo conformado por un total de 20 sesiones de duración de una hora, y se trabajaron técnicas de risoterapia, combinada con yoga de la risa, técnica clown, imaginería dirigida, y psicodrama. Se implementaron en un aula de clases que fue asignado para tal función y se registraron mediante bitácoras de observación el desarrollo de las sesiones.

Los datos fueron procesados mediante el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) y analizados mediante frecuencias y la prueba t para muestras independientes.

### Resultados

Se describen las puntuaciones de las medias obtenidas para cada una de las dimensiones de la escala aplicada.

Tabla 1  
*Comparación de las medias de cada dimensión de la Escala de Bienestar Psicológico*

Dimensión	Media puntuación pretest	Media puntuación postest	Diferencia de las medias
Autoaceptación	11.3478	11.8261	0.4783
Relaciones positivas	14.0435	15.8696	1.8261
Autonomía	17.3043	18.6957	1.3914
Dominio del entorno	14.2174	15.8696	1.6522
Crecimiento personal	11.8261	12.1739	0.3478
Propósito en la vida	14.7391	15.6957	0.9566

En todas las dimensiones de la Escala de Bienestar se obtuvo una diferencia de puntuaciones entre el pretest y postest, en primer lugar, con una diferencia desde 0.3478 hasta 1.8261 entre los puntajes. Las dimensiones con mayor diferencia entre las medias fueron la dimensión de Relaciones positivas en primer lugar con 1.8261, en segundo lugar, Dominio del Entorno con 1.6522 y en tercer lugar Autonomía con 1.3914. Las dimensiones con menor diferencia entre las medias del pretest y postest fueron la Autoaceptación, Crecimiento Personal y Propósito en la vida. Es importante destacar que si se obtuvo un incremento positivo en las puntuaciones del pretest y postest a través del Programa de Risoterapia.

Tabla 2  
*Comparación de medias de cada dimensión de la Escala de Bienestar con prueba t*

Dimensión	Puntuación t	Sig. Bilateral
Autoaceptación	-0.816	.423
Relaciones positivas	-2.678	.014*
Autonomía	-1.879	.074
Dominio del entorno	-2.620	.016*
Crecimiento personal	-0.554	.585
Propósito en la vida	-1.257	.222

\*Dato estadísticamente significativo

De acuerdo con la Escala aplicada, se encontraron diferencias en los grupos del estudio, para el pretest y posttest, en cada una de las 6 dimensiones que la integran. En la escala de autoaceptación la significancia correspondiente en la prueba t fue de .423, siendo así, mayor al alfa ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma que no hay una diferencia significativa entre la aplicación del Programa de Risoterapia y esta dimensión de la Escala de Bienestar Psicológico.

Por otra parte, en la escala de relaciones positivas el valor t correspondiente entre el pre y post test fue de un puntaje t de 0.014\*, siendo así, menor al alfa ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma la existencia de una diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas durante la pre y post evaluación de la escala de relaciones positivas. En otro punto, la escala de autonomía el valor t correspondiente entre el pre y post test fue de una puntuación t de 0.074, siendo así, mayor ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma que no hay una diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas durante la pre y post evaluación de la escala de autonomía.

Además que, en la escala de dominio del entorno el valor t correspondiente entre el pre y post test fue de un puntaje t de 0.016\*, siendo así, menor al alfa ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma la existencia de una diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas durante la pre y post evaluación de la escala de dominio del entorno.

En consecuencia, en la escala de crecimiento personal el valor t correspondiente entre el pre y post test fue de un puntaje t de 0.585, siendo así, menor al alfa ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma que no existe una diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas durante la pre y post evaluación de la escala de crecimiento personal.

Y por último en la escala de Propósito en la vida el valor t correspondiente entre el pre y post test fue de un puntaje t de 0.222, siendo así, mayor al alfa ( $\alpha=0,05$ ), esta probabilidad confirma que no existe una diferencia significativa entre las puntuaciones obtenidas durante la pre y post evaluación de la escala de crecimiento personal.

### Discusión y conclusión

Tras el análisis de los datos, se encontró que las técnicas empleadas durante las sesiones del programa de risoterapia fueron positivas para el bienestar psicológico, todo esto con el análisis de medias de los índices de la escala, y en especial se obtuvo que en al menos 2 dimensiones que mide la prueba de bienestar psicológico se obtuvo una diferencia significativa entre el antes y después de la aplicación del programa, estas dos dimensiones fueron: Relaciones Positivas y Dominio del Entorno.

Ahora en lo que respecta las dos dimensiones que fueron significativas con la prueba t, en primer lugar las Relaciones Positivas como se menciona en Díaz, Rodríguez, Blanco, Moreno, Gallardo, Valle y Dierendonck (2006), son imprescindibles ya que la gente necesita relaciones sociales estables y tener amigos en los que pueda confiar, ya que como menciona Allardt (1996, citado en, Díaz et al., 2006) la capacidad de amar es un componente fundamental del bienestar.

En otro punto el Dominio del Entorno corresponde a la habilidad personal para elegir o crear entornos favorables para satisfacer los deseos y necesidades propias y que corresponde en medida al funcionamiento positivo, es de igual de importante mencionar que las personas con suficiente dominio del entorno permite a las persona poseer una mayor sensación de control sobre el mundo y les da la confianza de sentirse capaces de influir sobre el contexto que los rodea. (Keyes, Ryff y Shmotkin, 2002, citado en Díaz, 2006).

De acuerdo con la bibliografía consultada, las dimensiones de Auto aceptación, Relaciones Positivas, Autonomía, Dominio del Entorno, Crecimiento Personal, y Propósito en la vida, ayudan a la prevención de enfermedades, malestares o trastornos, ya que si bien, su uso se aplica para la rehabilitación o tratamiento de las enfermedades, más no para su prevención y menos para la mejora de los síntomas psicológicos positivos.

La investigación sugiere que, en efecto la risoterapia permitió mejorar el bienestar psicológico, mediante técnicas diseñadas y basadas en el modelo de Risoterapia A.C. de México, Técnica Clown y de Improvisación de Luis Jará, y Yoga de la Risa, del Dr. Madam Kataria. Además, con la risoterapia, se promovió en la muestra de estudio la adquisición de conductas empáticas, la paciencia y la comprensión, la esperanza y la ilusión en las personas (Castellvi, 2010).

Del mismo modo, los métodos ya probados en otras investigaciones, sugieren que el modelo terapéutico de risoterapia, brinda beneficios para la incorporación de redes comunicacionales y reflexivas para la posible prevención de la deserción escolar y otros fenómenos académicos en los adolescentes.

### Referencias

Allardt, E. (1996). Tener, amar, ser: Una alternativa al modelo sueco investigación sobre bienestar. En M. Nussbaum y A. Sen (comps.), *La calidad de vida* (pp 126-134). México: F.C.E

Castellvi, Enric. (2010). *El taller de la risa: guía práctica para organizar un taller de risoterapia*. Ed. Alba: España.

Feldman, L., Goncalves, L., Chacón-Puignau, Zaragoza, J., Bagés, N., y De Pablo, J. (2008). Relaciones entre estrés académico, apoyo social, salud mental y rendimiento académico en estudiantes universitarios venezolanos. *Universitas Psychologica*, 7(3), 739-751. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-92672008000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-92672008000300011&script=sci_arttext)

Díaz, D., Rodríguez-Carvajal, R., Blanco, A., Moreno-Jiménez, B., Gallardo, I., Valle, C., y Dierendonck, D. (2006) Adaptación española de las escalas de bienestar psicológico de Ryff. *Psicothema*, ISSN 0214-9915 CODEN PSOTEG.

Keyes, C., Ryff, C., y Sthmotkin, D. (2002). Optimizing well-being: The empirical encounter of two traditions. *Journal of Personality and Social Psychology*. 82, 1007-1022

Páramo, M; et al. (2012). Bienestar psicológico, estilos de personalidad y objetivos de vida en estudiantes universitarios. *Pensamiento Psicológico*. Volumen 10. No. 1, p. 7-21

Ryff, C. D. (1989). Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57(6), 1069-1081. Recuperado de: <http://mina.education.ucsb.edu/janeconoley/ed197/documents/ryffHappinessiseverythingorisit.pdf>

# PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN EVEA BAJO LA MODALIDAD B-LEARNING EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE JIQUILPAN

M. E. Luis Irepan Núñez<sup>1</sup>, M. E. Esmeralda Selene Oseguera Camacho<sup>2</sup>,  
Ing. Fernando Carranza Campos<sup>3</sup>

**Resumen**— En la actualidad el uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la educación marca cambios notables en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, esencialmente en los programas de estudio de las carreras que oferta el Instituto Tecnológico de Jiquilpan (ITJ), el cual debe estar comprometido con la globalización y la evolución a la Industria 4.0, aplicado a la educación y al mejoramiento continuo y la superación permanente de docentes y estudiantes.

Una de las problemáticas que preocupa a las instituciones de educación superior (IES) es el rendimiento académico de los estudiantes, el mal uso de la tecnología dentro y fuera del aula, los altos índices de reprobación y rezago. En la investigación se presenta una síntesis del proyecto cuya pregunta de investigación es, **¿Qué beneficios tiene utilizar un Entorno virtual de enseñanza aprendizaje (EVEA) bajo la modalidad b-learning (aprendizaje combinado), como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ?, con la finalidad de utilizar una alternativa para mejorar el quehacer educativo, que redundará en beneficio del estudiante, docente, ITJ y tecnológico nacional de México (TNM).**

**Palabras clave**— EVEA, B-Learning, ITJ, Moodle

## Introducción

El ITJ ofrece ocho carreras (Jiquilpan, 2013) de las cuales cinco son de Ingeniería. Es ampliamente conocido por los docentes de escuelas de ingeniería, el bajo rendimiento académico de los estudiantes, los altos índices de reprobación y rezago académico, y estas han tratado de dar solución usando estrategias de aprendizaje diferentes sin resolver totalmente el problema, han realizado investigaciones educativas para detectar las causas, han ensayado la impartición de cursos de manera virtual, además de propedéuticos, para preparar mejor a los estudiantes, antes de iniciar las asignaturas curriculares, ofrecen talleres extracurriculares con contenidos de bachillerato, módulos de asesorías para las asignaturas problemáticas, programas de tutoría y cuentan con departamentos encargados de preparar a los docentes, desarrollo académico, preparando en el área de docencia, y departamentos académicos de cada carrera encargados de capacitar en su área profesional, estos ofertan, cursos, conferencias y diplomados.

En el ITJ los estudiantes que hoy se tiene son indiscutiblemente diferentes a los que se tenía hace diez o veinte años, estos nacieron en la era de la tecnología y están habituados a aprender de un modo diferente al que conocieron sus profesores, por lo que es indispensable que los académicos cuenten con herramientas adicionales de apoyo a la docencia para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Por tal motivo la pregunta de investigación a resolver es, **¿Qué beneficios tiene utilizar un EVEA bajo la modalidad B-learning como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ?**, para abatir el bajo rendimiento académico de los estudiantes, los altos índices de reprobación y rezago académico.

El proyecto fue planteado por un grupo de docentes y la colaboración de una alumna de servicio social C. María Guadalupe Oliveros Saldaña, para la aplicación de encuestas y recaudación de información, con el objetivo de aprovechar la infraestructura, plataforma educativa Moodle (PEM) y las tecnologías de uso común del estudiante, bajo la modalidad b-learning.

Los actores, que se verán beneficiados de este estudio, son, los docentes y estudiantes principalmente y los beneficios están enmarcados en los siguientes puntos: La institución contará con bajos índices de reprobación y los procesos para disminuirlos. Al reducir los índices de reprobación se evitará que los estudiantes tengan que abandonar sus estudios por esta causa y en consecuencia se incrementó la eficiencia terminal.

<sup>1</sup> M. E. Luis Irepan Núñez; Profesor en el ITJ en el área de Sistemas y Computación, Maestría en Competencias pedagógicas para la acción educativa, Dirección; circuito del rosas #4, fraccionamiento quinta las rosas, Jiquilpan Michoacán México, [irepanl@hotmail.com](mailto:irepanl@hotmail.com)

<sup>2</sup> M. E. Esmeralda Selene Oseguera Camacho; Profesora en el ITJ en el área de Contabilidad, Maestría en nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Dirección; circuito del rosas #4, fraccionamiento quinta las rosas, Jiquilpan Michoacán México, [oseguerae@live.com](mailto:oseguerae@live.com)

<sup>3</sup> Fernando Carranza Campos; Profesor de tiempo completo en el ITJ, Jefe de Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Jiquilpan. Dirección; bugambilias #10, fraccionamiento quinta las rosas, Jiquilpan Michoacán, [sistemasycomputacionitj@yahoo.com](mailto:sistemasycomputacionitj@yahoo.com)

El uso de EVEA bajo la modalidad b-learning permite a los estudiantes apropiarse de los conocimientos relacionados, así mismo, al promover su utilización hacia el interior de la institución, se fomenta en los docentes y estudiantes una cultura informática y un medio de alfabetización tecnológica, que genere estudiantes 4.0, para la Industria 4.0.

El rendimiento del alumno y los diversos distractores, son motivos suficientes para que investigadores incursionen en nuevas formas de aprendizaje, para cambiar actitudes y métodos de estudio, que mediante una planeación lleguen a ser más eficientes.

### **Descripción del Método**

Mediante la investigación cualitativa explicativa, que se basa en el análisis subjetivo y busca el porqué de los hechos, los docentes han detectado que los estudiantes no están atentos en clases, debido a distracciones provocadas por mensajes de texto, llamadas a celular, agenda electrónica, computadora, internet, facebook, juegos, chat, etc.

Se propone integrar al proceso de enseñanza aprendizaje el EVEA bajo la modalidad b-learning. Al utilizar los estudiantes los EVEA, podrán descubrir nuevas formas de aprender conceptos complejos que requieren de práctica o experiencia para poder comprender más fácilmente. Cabe hacer mención que en la propuesta los docentes impartirán su clase de manera tradicional con el apoyo de manera paralela del EVEA para fortalecer su quehacer académico generando el ambiente virtual y las secuencias de aprendizaje requeridas.

Esta investigación se define en primer término como de tipo no experimental, tomando como referencia que los eventos que se analizaron correspondían a situaciones ya existentes, no provocadas o manipuladas intencionalmente por el investigador. Específicamente, se recopiló información a través de entrevistas semiestructuradas. El método utilizado en esta investigación fue el cualitativo, el cual de acuerdo con (Hernández, 2007), es un proceso de indagación flexible que se mueve entre los eventos y su interpretación; asimismo, su propósito consiste en reconstruir la realidad, evaluando el desarrollo natural de los sucesos.

Adicionalmente, (Valenzuela, 2005) menciona que el método cualitativo se enfoca en las descripciones cuidadosas y detalladas de situaciones particulares con el fin de identificar los problemas individuales que se presenten y tratar de solucionarlos.

Igualmente, la investigación fue desarrollada bajo los enfoques hermenéuticos, naturalistas y etnográficos, los cuales permitieron interpretar, comprender y explicar el objeto de estudio en su contexto natural.

De acuerdo con (Gurdián-Fernández., 2007), el método hermenéutico tiene como finalidad descubrir los significados de las cosas, interpretar lo mejor posible las palabras, escritos, los textos y los gestos, así como cualquier acto u obra, pero conservando su singularidad en el contexto del que forma parte.

El método naturalista propone que el mundo sea estudiado en su estado natural, sin manipulaciones por parte del investigador, por otro lado, el método etnográfico busca estudiar la conducta de un grupo en su contexto específico, se centra en un grupo de personas que tienen algo en común (Gurdián-Fernández., 2007)

Derivado de lo anterior, la aplicación del método cualitativo y los enfoques mencionados en esta investigación, permitieron profundizar en la complejidad de los factores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

#### *Marco teórico*

El siglo XXI impone a cualquier proyecto educativo que pretenda verdaderamente desarrollar competencias necesarias para la Industria 4.0, primeramente, la alfabetización digital y la reducción de la brecha digital, siendo un gran desafío, sobre todo en nuestro país, debemos saber y reconocer que las EVEA son instrumentos potenciales para el crecimiento científico, cultural y económico de la educación superior. El integrar los EVEA al proceso educativo nos da como consecuencia, apoyo a la docencia y proporciona al proceso de enseñanza aprendizaje las herramientas necesarias, en el cual el estudiante no solo trabaja a su propio ritmo, como una respuesta positiva a la enseñanza a través de la tecnología, sino que también se fomenta el trabajo colaborativo que proporcionan los EVEA que son verdaderas comunidades de aprendizaje y que potencian aún más el proceso de enseñanza dentro del aula. Por ello los docentes comprenden que para educar a esta generación hay que usar las herramientas de esta generación.

La PEM (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) es un ambiente educativo virtual, También es un sistema de gestión de cursos (CMS, Course Management Systems) de distribución libre, que ayuda a los docentes a crear comunidades de aprendizaje en línea. Este tipo de plataformas tecnológicas también se conoce como LMS (Learning Management System). Moodle fue creado por Martin Dougiamas en 1999. (iMoodler, 2011)

Actualmente, cobra importancia la formación continua y la necesidad de aprender a lo largo de la vida. Razones como tiempo y espacio hacen que los EVEA, las PEM y las herramientas de la nube, se visualicen como excelentes alternativos para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje. (Renta Davis, 2012)

El tema del B-Learning no es desconocido, pero tampoco se puede afirmar que éste sea un tema extendido en las universidades mexicanas.

Se ha podido constatar en congresos regionales, nacionales, reuniones con docentes responsables del ámbito educativo que la formación, perfeccionamiento y reciclaje profesionales responden a la diversificación de la

enseñanza. Tal diversificación supone nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje, como B-learning, que permiten ampliar el acceso a grupos cada vez más diversos, sin la necesidad de espacios y tiempos fijos, así como también disfrutar de compañeros y docentes dentro y fuera del aula.

En el ámbito educativo, los estudiantes deben desarrollar la capacidad de pensar por sí mismos, actualizar su conocimiento en forma continua a medida que la tecnología avanza, así como también, incorporar las herramientas de la nube como elementos básicos para una comunicación. También conocido como aprendizaje mixto, aprendizaje en el aula y virtual.

Suárez (2010) afirma que la educación debe formar a las personas y/o estudiantes para aquello que serán y en lo que trabajarán dentro de diez años (Industria 4.0), no para emular la forma en la que se trabajaba hace diez. Sin lugar a dudas, el potencial comunicador de las redes sociales está todavía por redescubrirse y debe ser estudiado con más en profundidad.

#### *Procedimiento*

La pregunta es **¿Qué beneficios tiene utilizar un EVEA bajo la modalidad B-learning como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ?**, por lo tanto, se considera de vital importancia construir un ambiente de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante, quien es el elemento más importante del proceso educativo.

En la práctica docente se cambia la actitud, la forma de percibir y de hacer las cosas siempre y cuando se muestre un método alternativo que sea mejor al tradicional, al aplicar procesos que conduzcan a enseñar de una manera más práctica, se puede preparar objetos de aprendizaje que mejoren las secuencias de aprendizaje de manera que estos y estas contribuyan a la construcción de aprendizajes por parte del estudiante y en los cuales se muestre la importancia de estar actualizados para enfrentar los retos de la industria 4.0.

Como una estrategia de enseñanza-aprendizaje se combinan métodos, medios y técnicas que ayude al estudiante a alcanzar la meta deseada del modo más sencillo y eficaz.

Como lo dice en su tesis el Dr. Ricardo Swain Oropeza, en su trabajo modelo educativo para la industria 4.0, es posible trabajar de forma colaborativa entre la academia y la industria para el desarrollo de las competencias de los estudiantes en las IES. Para que esto pueda ser posible, es necesario que las IES estén dispuestas a cambiar a un modelo educativo en donde los profesores trabajen de forma colaborativa para generar experiencias retadoras de aprendizaje en conjunto con la industria en una relación ganar-ganar. (Swain, 2017). Ante esta situación el ITJ inicia en esta labor, y abre puertas para nuevas investigaciones, tales como aplicación del modelo educativo para la industria 4.0.

Del análisis anterior surgieron las acciones a seguir, que a continuación se desglosan, establecidas en consenso por los que realizaron esta investigación.

#### *Inicio del proyecto*

El proyecto fue planteado para desarrollarse en un semestre, debido a que utilizan la experiencia de haber trabajado con una prueba piloto denominado, **propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad B-learning en la materia de simulación en el tema II. Números pseudoaleatorios**, con cinco docentes y 39 alumnos. Y la intención fue extenderlo a todas las carreras, docentes y alumnos del ITJ.

#### *Puesta a punto de la PEM*

Captación de recursos por parte de ANUIES; el proyecto se sometió a concurso resultando ganador y se apoyó con \$135, 928,00 pesos (Anuies, 2013). Este apoyo se puede visualizar en [http://www.anuies.mx/media/docs/102\\_1\\_1\\_IES\\_BENEFICIADAS\\_2012.pdf](http://www.anuies.mx/media/docs/102_1_1_IES_BENEFICIADAS_2012.pdf). con este recurso se adquirió el servidor y procedieron a realizar la, instalación, administración y seguridad de la plataforma educativa, en el servidor institucional. En la puesta a punto de la PEM crearon las categorías o carreras y grupos requeridos por los docentes y dieron de alta el método de inscripción a los estudiantes, con restricciones de seguridad para que los que tengan derecho de inscribirse lo puedan realizar. Cabe hacer mención que no se realizó la adecuación de la PEM a la imagen corporativa del TNM. Solo se escogió una plantilla con los colores institucionales, por las necesidades urgentes de administración de la plataforma.

#### *Capacitación del personal docente y estudiantes del ITJ.*

La administración del ITJ al analizar los resultados de la prueba piloto, tomó la decisión de capacitar al personal docente y los responsables del proyecto capacitaron al 70% de los docentes para utilizar el EVEA bajo la modalidad B-learning como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Este proceso en los docentes fue un proceso complejo dado que tuvo que romperse paradigmas educativos tradicionales para migrar a un B-learning, en los alumnos fue un proceso que no requirió capacitación.

#### *Comité de administración de la PEM*

Esta fue una recomendación o resultado de investigación en el prototipo antes mencionado y se conformó el comité de administración por dos docentes, para apoyar a estos a subir y revisar los objetos y secuencias de

aprendizaje, esta tarea para dos docentes fue una mala decisión, dado que estos estuvieron entretenidos más en resolver problemas de administración y no en la revisión de los objetos y secuencias de aprendizaje. Motivo por el cual queda abierto a otra investigación para determinar la cantidad de integrantes y reglas de operación para poder homogenizar, calidad de los objetos de aprendizaje y subir estos a la plataforma educativa. Esto trajo como consecuencia que en la PEM del ITJ no estén normalizados los objetos de aprendizaje subidos y no exista una revisión cuidadosa de estos.

*Impacto de la PEM en el ITJ*

En el periodo intersemestrales los responsables del proyecto capacitaron al docente con dos cursos de 40 horas durante dos semanas, sobre el uso y administración de la plataforma con perfil de docente, como parte del curso se dieron de alta en la PEM y se crearon los grupos y los docentes subieron objetos de aprendizaje aproximadamente un 20%, y durante el semestre completaron la totalidad de cada una de las materias.

Al inicio del semestre se procedió al registro de alumnos y en menos de un mes se contaba con 1700 alumnos trabajando en la plataforma de manera B-learning. De un total de 2244 alumnos.

*Selección de la muestra*

La selección de la muestra fue una parte esencial de la investigación, por parte de los involucrados del proyecto, En el momento de la aplicación del estudio existían 147 docentes en las diferentes carreras del ITJ. Utilizaron la siguiente fórmula para obtener una muestra representativa como se muestra en la siguiente figura 1.

$$n = \frac{0.25N}{\left(\frac{\alpha}{z}\right)^2 (N - 1) + 0.25}$$

Figura 1. Tamaño de la muestra

Donde N es el tamaño de la población 147, alfa es el valor del error tipo 1 (Si usted rechaza la hipótesis nula cuando es verdadera, comete un error de tipo I. La probabilidad de cometer un error de tipo I es  $\alpha$ , que es el nivel de significancia que usted establece para su prueba de hipótesis. Un  $\alpha$  de 0.05 indica que usted está dispuesto a aceptar una probabilidad de 5% de estar equivocado al rechazar la hipótesis nula.), z es el valor del número de unidades de desviación estándar para una prueba de dos colas con una zona de rechazo igual alfa. 0.25, n es el tamaño de la muestra, el valor de (n) que corresponde al tamaño de la muestra, para el error alfa, es del 5% (0.05) con un nivel de confianza de 95% (0.95) lo que equivale a un valor de z de 1.959963985 (a nivel práctico 1.96). Con una heterogeneidad de los docentes del 95%. Esto debido a que los docentes estarán homogéneos en los conocimientos porque la encuesta la realizaron después de haber tomado los dos cursos ya con sus materias en línea. Con estos datos, N= 147,  $\alpha= 0.25$ ,  $z= 1.96$ , y al sustituir en la fórmula para determinar el tamaño de la muestra como se muestra en la figura 16. Tamaño de la muestra. obtenemos el siguiente resultado 13.99 como no se puede encuestara 13.99 solo a 13 o 14 consideramos el resultado de 14. Para asegurar resultados más apegados a la realidad se encuestó a los docentes que tomaron los dos cursos esto es aproximadamente el 95% de los 147 docentes lo cual nos arroja que se encuestó en total 140 docentes, muy superior al tamaño de muestra determinado.

**Comentarios Finales**

*Resultados*

Los resultados de la encuesta fueron alentadores y suficientes como para seguir en la mejora continua, y fortalecer el compromiso de los integrantes del proyecto a seguir trabajando en equipo para la excelencia académica. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 1. En ésta se utiliza una escala del uno al diez, indicando diez excelente y 1 deficiente o muy satisfecho e insatisfecho.

Resultados de la encuesta	
Utilización apropiada del objeto de aprendizaje	9.9
Disponibilidad	10
La información mostrada es clara y facilita el aprendizaje	9.6
Contextualiza el conocimiento visto en clase	9.8
Favorece el aprendizaje significativo	9.5
Apoya el trabajo en equipo	9.0

Sirve de ejemplo contextualizado y situado	9.1
Apoya la recuperación de clases	9.4
Cambio de actitud de los profesores dentro del aula.	9.1
Mejora en la planeación didáctica.	10
Uso de nuevas técnicas de aprendizaje.	9.6
Mejor atención en el programa de tutorías.	9.3
Evaluaciones alternativas al examen.	10
Disminuye el índice de reprobación	9.3
Facilita la construcción de su propio aprendizaje.	10

Tabla 1. Beneficios de la implementación de un EVEA bajo la modalidad B-learning

Además, extrajeron información cualitativa al momento de aplicar las encuestas a docentes, expresan que, actualmente se cuenta con una PEM excelente para trabajar de manera B-learning, se encuentran capacitados en el uso de la PEM, cuentan con objetos de aprendizaje listos para usarse en el siguiente semestre y aplicar procesos de reingeniería a estos, pero su satisfacción más importante es que los estudiantes están muy contentos y motivados a las clases reales y virtuales y que visualizan en ellos un cambio radical hacia la tecnología específicamente a la aplicada a la educación.

Los docentes afirman que ha disminuido el índice de reprobación como se muestra en la tabla 1, y como consecuencia a aumentado el rendimiento académico de los estudiantes, y ha mejorado el uso de las tecnologías aplicadas a la educación específicamente PEM. Que trajo como consecuencia una mejora en la eficiencia terminal.

Los estudiantes expresan que los docentes han cambiado de una educación tradicional a una por competencias fortalecida con EVEA aplicada a la educación específicamente Moodle y ahora utilizan inclusive en el camión su celular para estudiar lo que han visto o verán en clase, expresan que cuando faltan o desconocen la tarea para el día siguiente, ahí está la PEM para recuperarlos y su docente los acompaña dentro y fuera de clases (B-learning), se desesperan con los docentes que no utilizan las tecnologías o EVEA específicamente la PEM en la educación.

#### Conclusiones.

El uso de la propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad B-learning, promueve el desarrollo de las competencias de los estudiantes, aunque se debe destacar que se requiere de una buena planeación tanto del curso como de las actividades de aprendizaje activo para lograrlo y se debe actualizar al modelo educativo para la educación de la industria 4.0 (Swain, 2017)

Es importante considerar que el tutor o profesor no debe ser improvisado ya que de la planeación que haga sobre las actividades de aprendizaje depende el desarrollo de las competencias y el éxito de su curso.

El fin último es desarrollar en el estudiante la propia responsabilidad de su aprendizaje, convirtiendo al docente en un facilitador del aprendizaje.

El uso de la propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad B-learning, es un factor determinante para que estudiantes y docentes se desempeñen a la altura de la educación 4.0 para la industria 4.0.

#### Recomendaciones

Es necesario se amplíe esta investigación aplicando el Modelo de la industria 4.0 (Swain, 2017) aplicado a la educación combinado con B-learning.

Es necesario se amplíe la investigación para personalizar la imagen corporativa de la PEM del ITJ. Además, es importante se realice un proyecto para conformar el comité de administración de la PEM y determinar las funciones, reglamentos de videos, apuntes, etc., y objetos y secuencias de aprendizaje, instrumentos de e valuación requeridos etc.

### Referencias

- Gurdián-Fernández. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. Costa Rica: Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Hernández. (2007). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- iMoodler. (9 de Enero de 2011). <http://www.imoodler.com/moodle>. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de <http://www.imoodler.com>
- Jiquilpan, I. T. (8 de Enero de 2013). *Instituto Tecnológico de Jiquilpan*. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Instituto Tecnológico de Jiquilpan: <http://www.itjiquilpan.edu.mx/CarrerasAlumnos.aspx>
- Mortera, F. J. (2007). *El aprendizaje híbrido o combinado (blended learning): acompañamiento tecnológico en las aulas del siglo XXI*. En Lozano: Limusa/EGE-Tecnológico de Monterrey.

- Renta Davis, A. C. (2012). Formación de profesores para la aplicación de la WEB 2.0 en la enseñanza universitaria. *TIES 2012, III Congreso Europeo de Tecnologías de la Información en la Educación y la Sociedad: Una visión crítica, celebrado en Barcelona del 1 al 3 de febrero de 2012 Barcelona España*, 474.
- Swain, R. (2017). *Modelo Educativo para la industria 4.0*. México: Academia de Ingeniería México.
- Valenzuela, J. (2005). *Evaluación de instituciones educativas*. México: Trillas.

# PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN EVEA BAJO LA MODALIDAD B-LEARNING

M. E. Luis Irepan Núñez<sup>1</sup>, M. E. Esmeralda Selene Oseguera Camacho<sup>2</sup>,  
M. A. Edna Paola Chávez Guerra<sup>3</sup>, M. E. Alicia Verónica Flores Higareda<sup>4</sup>

**Resumen**— El Instituto Tecnológico de Jiquilpan (ITJ) está comprometido con la globalización y la evolución a la Industria 4.0, aplicado a la educación, y al mejoramiento continuo y la superación permanente de docentes y estudiantes.

Una de las problemáticas que más preocupa a las instituciones de educación superior (IES) es el rendimiento académico de los estudiantes, los altos índices de reprobación y rezago. En esta propuesta se presenta una síntesis del proyecto antes mencionado, cuya pregunta de investigación es, ¿Qué beneficios tiene utilizar un EVEA bajo la modalidad b-learning (aprendizaje combinado), específicamente en la materia de Simulación, tema II. Números pseudoaleatorios, como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ? con objetivo de implementar y administrar la PEM con miras a mejorar el proceso enseñanza aprendizaje dentro y fuera del aula bajo la modalidad b-learning en los docentes del ITJ.

**Palabras clave**— EVEA, b-Learning, Simulación, Moodle

## Introducción

El Instituto Tecnológico de Jiquilpan (ITJ), ofrece ocho carreras (Jiquilpan, 2013) de las cuales cinco son de Ingeniería. Es ampliamente conocido por los docentes de escuelas de ingeniería, el bajo rendimiento académico de los estudiantes, los altos índices de reprobación y rezago académico, y estos han tratado de dar solución usando estrategias de aprendizaje diferentes sin resolver totalmente el problema, se han hecho investigaciones educativas para detectar las causas, se ha ensayado la impartición de cursos de manera virtual, además de propedéuticos, para preparar mejor a los estudiantes, antes de iniciar las asignaturas curriculares; se ofrecen talleres extracurriculares con contenidos de bachillerato, módulos de asesorías para las asignaturas problemáticas, programas de tutoría personalizada desde el propedéutico y se acompaña durante toda su carrera. Además, se cuenta con dos departamentos encargados de preparar a los docentes, desarrollo académico, preparando a los docentes en el área de docencia, y el departamento de ingeniería en sistemas computacionales (ISC) encargado de capacitar al personal en su área profesional, ofreciendo ambos, cursos, conferencias y diplomados.

En el ITJ específicamente en las carreras de ISC, se ha observado que los estudiantes que hoy se tienen son indiscutiblemente diferentes a los que se tenían hace diez o veinte años, hay que tomar en cuenta que estos estudiantes nacieron ya en la era de la tecnología y están habituados a aprender de un modo diferente al que conocieron sus profesores, por lo que es indispensable que los académicos cuenten con herramientas adicionales de apoyo a la docencia para mejorar el aprendizaje de sus estudiantes. Por tal motivo la pregunta de investigación a resolver es, ¿Qué beneficios tiene utilizar un EVEA bajo la modalidad b-learning como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ?, para abatir el bajo rendimiento académico de los estudiantes, los altos índices de reprobación y rezago académico.

El proyecto fue planteado por un grupo de docentes y la colaboración de una alumna de servicio social C. María Guadalupe Oliveros Saldaña, para la aplicación de encuestas y recaudación de información, con el objetivo de aprovechar la infraestructura, PEM, las tecnologías de uso común del alumno, para mejorar el aprendizaje de la asignatura de Simulación, de la carrera de ISC como prueba piloto para su posible utilización en el ITJ, bajo la modalidad b-learning.

Los actores, que se verán beneficiados, son los docentes y estudiantes principalmente; y los beneficios están enmarcados en los siguientes puntos: La institución contará con bajos índices de reprobación y los procesos para disminuirlos. Al reducir los índices de reprobación en las materias antes mencionadas evitará que los estudiantes tengan que abandonar sus estudios por esta causa y en consecuencia se incrementó la eficiencia terminal.

<sup>1</sup> M. E. Luis Irepan Núñez; Profesor en el ITJ en el área de Sistemas y Computación, Maestría en Competencias pedagógicas para la acción educativa, Dirección; circuito del rosal #4, fraccionamiento quinta las rosas, Jiquilpan Michoacán México, [irepanl@hotmail.com](mailto:irepanl@hotmail.com)

<sup>2</sup> M. E. Esmeralda Selene Oseguera Camacho; Profesora en el ITJ en el área de Contabilidad, Maestría en nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Dirección; circuito del rosal #4, fraccionamiento quinta las rosas, Jiquilpan Michoacán México, [oseguerae@live.com](mailto:oseguerae@live.com)

<sup>3</sup> M. A. Edna Paola Chávez Guerra; Profesora en el ITJ en el área de Sistemas y Computación, jefe de prácticas y promoción profesional del Instituto Tecnológico de Jiquilpan. Dirección; Minatitlán #33, Colonia 18 de marzo, Jiquilpan Michoacán México, [angellindo1209@hotmail.com](mailto:angellindo1209@hotmail.com)

<sup>4</sup> M. E. Verónica Flores Higareda, Profesora en el ITJ, Maestría Educación. Dirección; Juárez 234, colonia San Felipe, Sahuayo Michoacán México, [vero\\_flo\\_hig@yahoo.com.mx](mailto:vero_flo_hig@yahoo.com.mx)

El uso de EVEA bajo la modalidad b-learning permite a los estudiantes apropiarse de los conocimientos relacionados, así mismo, al promover su utilización hacia el interior de la institución se fomentará en los docentes y estudiantes una cultura informática y un medio de alfabetización tecnológica, que genere estudiantes 4.0, para la Industria 4.0.

El rendimiento del alumno y los diversos distractores, son motivos suficientes para buscar nuevas formas de aprendizaje, por lo que se considera de vital importancia introducir EVEA bajo la modalidad b-learning, en el aula, como fuera de ellas, para cambiar actitudes y métodos de estudio, que mediante una planeación lleguen a ser más eficientes los procesos de enseñanza aprendizaje.

### **Descripción del Método**

Mediante la investigación cualitativa explicativa, que se basa en el análisis subjetivo y busca el porqué de los hechos, se detectó que los estudiantes no están atentos en clases, debido a distracciones provocadas por mensajes de texto, llamadas a celular, agenda o incluso la computadora, internet, facebook, juegos, chat, entre otros. La propuesta es integrar al proceso de enseñanza aprendizaje el EVEA bajo la modalidad b-learning, dentro de este se realizará la autoevaluación como una secuencia de aprendizaje, para que los estudiantes se den cuenta de sus deficiencias y puedan mejorar solo los puntos considerados como bajos. Si los estudiantes utilizan los EVEA, podrán descubrir nuevas formas de aprender los conceptos que requieren de práctica o experiencia para poder comprender más fácilmente. Cabe hacer mención que el docente impartirá su clase de manera tradicional con el apoyo de manera paralela del EVEA para fortalecer su quehacer académico generando el ambiente virtual y las secuencias de aprendizaje requeridas a manera de prueba piloto del tema II. Números pseudoaleatorios de la materia de simulación.

Esta investigación se define en primer término como de tipo no experimental, tomando como referencia que los eventos que se analizaron correspondían a situaciones ya existentes, no provocadas o manipuladas intencionalmente por el investigador. Específicamente, se recopiló información a través de entrevistas semiestructuradas, en un futuro se realizarán para una materia completa durante un semestre y un análisis de datos más profundo. El método utilizado en esta investigación fue el cualitativo, el cual de acuerdo con (Hernández, 2007), es un proceso de indagación flexible que se mueve entre los eventos y su interpretación; asimismo, su propósito consiste en reconstruir la realidad, evaluando el desarrollo natural de los sucesos.

Adicionalmente, (Valenzuela, 2005) menciona que el método cualitativo se enfoca en las descripciones cuidadosas y detalladas de situaciones particulares con el fin de identificar los problemas individuales que se presenten y tratar de solucionarlos.

Igualmente, la investigación fue desarrollada bajo los enfoques hermenéuticos, naturalistas y etnográficos, los cuales permitieron interpretar, comprender y explicar el objeto de estudio en su contexto natural.

De acuerdo con (Gurdián-Fernández., 2007), el método hermenéutico tiene como finalidad descubrir los significados de las cosas, interpretar lo mejor posible las palabras, escritos, los textos y los gestos, así como cualquier acto u obra, pero conservando su singularidad en el contexto del que forma parte.

El método naturalista propone que el mundo sea estudiando en su estado natural, sin manipulaciones por parte del investigador, por otro lado, el método etnográfico busca estudiar la conducta de un grupo en su contexto específico, se centra en un grupo de personas que tienen algo en común (Gurdián-Fernández., 2007)

Derivado de lo anterior, la aplicación del método cualitativo y los enfoques mencionados en esta investigación, permitieron profundizar en la complejidad de los factores que intervienen en el proceso de la evaluación del desempeño docente por medio de la encuesta.

#### *Marco teórico*

El siglo XXI impone a cualquier proyecto educativo que pretenda verdaderamente desarrollar competencias necesarias para la Industria 4.0, primeramente, la alfabetización digital y la reducción de la brecha digital, siendo un gran desafío, sobre todo en nuestro país, debemos saber y reconocer que las EVEA son instrumentos potenciales para el crecimiento científico, cultural y económico de la educación superior. El integrar los EVEA al proceso educativo nos da como consecuencia, apoyo a la docencia y proporciona al proceso de enseñanza aprendizaje las herramientas necesarias, en el cual el estudiante no solo trabaja a su propio ritmo, como una respuesta positiva a la enseñanza a través de la tecnología, sino que también se fomenta el trabajo colaborativo que proporcionan los EVEA que son verdaderas comunidades de aprendizaje y que potencian aún más el proceso de enseñanza dentro del aula. Por ello los docentes hemos comprendido que para educar a esta generación hay que usar las herramientas de esta generación.

La PEM (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment) es un ambiente educativo virtual, También es un sistema de gestión de cursos (CMS, Course Management Systems) de distribución libre, que ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea. Este tipo de plataformas tecnológicas también se conoce como LMS (Learning Management System). Moodle fue creado por Martin Dougiamas en 1999. (iMoodler, 2011)

Actualmente, cobra importancia la formación continua y la necesidad de aprender a lo largo de la vida. Razones como tiempo y espacio hacen que los EVEA, las PEM y las herramientas de la nube, se visualicen como excelentes alternativos para apoyar el proceso de enseñanza - aprendizaje. (Renta Davis, 2012)

El tema del b-Learning no es desconocido, pero tampoco se puede afirmar que éste sea un tema extendido en las universidades mexicanas.

Se ha podido constatar en congresos regionales y nacionales, reuniones con docentes responsables del ámbito educativo que la formación, perfeccionamiento y reciclaje profesionales responden a la diversificación de la enseñanza. Tal diversificación supone nuevas modalidades de enseñanza y aprendizaje, como b-learning, que permiten ampliar el acceso a grupos cada vez más diversos, sin la necesidad de espacios y tiempos fijos, así como también disfrutar de compañeros y docentes dentro del aula.

En el ámbito educativo, los estudiantes deben desarrollar la capacidad de pensar por sí mismos, actualizar su conocimiento en forma continua a medida que la tecnología avanza, así como también, incorporar las herramientas de la nube como elementos básicos para una comunicación. También conocido como aprendizaje mixto, aprendizaje en el aula y virtual.

Suárez (2010) afirma que la educación debe formar a las personas y/o estudiantes para aquello que serán y en lo que trabajarán dentro de diez años (Industria 4.0), no para emular la forma en la que se trabajaba hace diez. Sin lugar a dudas, el potencial comunicador de las redes sociales está todavía por redescubrirse y debe ser estudiado con más en profundidad.

#### *Procedimiento*

La pregunta es ¿Qué beneficios tiene utilizar un EVEA bajo la modalidad b-learning, PEM en la materia de simulación en el tema II. Números pseudoaleatorios?, como una estrategia didáctica para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes del ITJ?.

Es importante construir un ambiente de enseñanza-aprendizaje centrado en el estudiante, quien es considerado el elemento más importante del proceso educativo, utilizar estrategias que permitan guiar, organizar y describir cada una de las actividades de los estudiantes y del docente.

Cabe hacer mención que se puede cambiar nuestra actitud, la forma de percibir y de hacer las cosas siempre y cuando se muestre un método alternativo que sea mejor al tradicional, al aplicar procesos que nos conduzcan a enseñar de una manera más práctica, podemos preparar nuestros objetos de aprendizaje que mejoren las secuencias de aprendizaje de manera que estos y estas contribuyan a la construcción de aprendizajes por parte del estudiante y mostrarles la importancia de estar actualizados para enfrentar los retos que surjan, con el avance de TIC en educación específicamente los EVEA o PEM.

Como una estrategia de enseñanza-aprendizaje se considera hacer una adecuada combinación de métodos, medios y técnicas que ayude al alumno a alcanzar la meta deseada del modo más sencillo y eficaz. Esto es específicamente con la Propuesta De Implementación de un EVEA Bajo La Modalidad B-Learning en el ITJ.

Como lo dice en su tesis el Dr. Ricardo Swain Oropeza en su trabajo modelo educativo para la industria 4.0, es posible trabajar de forma colaborativa entre la academia y la industria para el desarrollo de las competencias de los estudiantes en las IES. Para que esto pueda ser posible, es necesario que las IES estén dispuestas a cambiar a un modelo educativo en donde los profesores trabajen de forma colaborativa para generar experiencias retadoras de aprendizaje en conjunto con la industria en una relación ganar-ganar. (Swain, 2017). Ante esta situación particular se está iniciando en esta labor en el ITJ. Abren puertas para nuevas investigaciones, tales como aplicación del modelo educativo para la industria 4.0 en el ITJ. Del análisis anterior surgieron las acciones a seguir, que a continuación se desglosan, establecidas en consenso por los que realizaron esta investigación.

#### *Inicio del proyecto*

El proyecto fue planteado para desarrollarse en un año en el semestre enero-junio y agosto-diciembre de 2017, esta es la prueba piloto, para un tema de una materia y se tiene intención, dependiendo de los resultados, ampliar a las materias de manera completa de simulación, estructuras de datos y contabilidad financiera, de la carrera de ISC. El anteproyecto se creó en el semestre agosto-diciembre de 2016 y se comenzó con el análisis teórico y documentación del mismo.

#### *Uso de la PEM*

En este caso particular, la situación real fue, que se contaba con el servidor de la PEM y por necesidades institucionales, este se utilizó para el manejo de las inscripciones en línea y por el momento no se cuenta con una PEM. Motivo por el cual la institución para solventar el diplomado en línea de Tutorías rento un espacio para instalar esta, por lo tanto, este grupo de investigación rento un espacio en línea para poder realizar las pruebas requeridas, para posteriormente migrar a un solo servidor, además se está en proceso de justificar la necesidad de otra PEM o la renta de algún servicio similar, para continuar con la mejora de este servicio tan necesario en el ITJ por que tiene la fina intención de convertirse en una institución 4.0.

Las actividades que se realizaron son, instalación, administración y seguridad de la plataforma educativa, en el dominio rentado. <http://irese.cok.mx/moodle/>, además como docente y creador de cursos se crearon dos grupos de simulación y se les dio de alta el método de inscripción a los estudiantes, con restricciones de seguridad para que solo los que tengan derecho de inscribirse lo puedan realizar. Cabe hacer mención que no se realizó la adecuación de la PEM a la imagen corporativa del TNM. Solo se escogió una plantilla con los colores institucionales debido a que solo se trataba de una prueba piloto. Es necesario cuando se cuente con la PEM se realice esta actividad.

*Registrar el proyecto en la Convocatoria 2019: Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Federales, Descentralizados y Centros.*

Con la intención de adquirir el apoyo para un servidor o renta de un servicio similar, se realizó el anteproyecto y se registró para adquirir apoyo para la implementación de la PEM en el ITJ, solicitando la cantidad de \$106, 000, generando compromiso con el ITJ para apoyar el proyecto con un 15% más. Como se muestra en la siguiente figura. 1.

**INFORMACIÓN BÁSICA DEL PROYECTO**  
 Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN EVEA BAJO LA MODALIDAD B-LEARNING EN EL ÁREA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE JIQUILPAN  
 Convocatoria: Convocatoria 2019: Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en los Programas Educativos de los Institutos Tecnológicos Federales, Descentralizados y Centros  
 Responsable: IREPAN-NUÑEZ, LUIS  
 Modalidad: Por licenciatura  
 Sometido: 2019-03-18 14:24:44

**INTEGRANTES ACTUALES**

Rol	CVU-TecNM	Nombre del integrante	Plantel de adscripción
Colaborador	IT18D722	CARRANZA-CAMPOS, FERNANDO	Instituto Tecnológico de Jiquilpan
Responsable Técnico	IT18D923	IREPAN-NUÑEZ, LUIS	Instituto Tecnológico de Jiquilpan
Colaborador	IT18E397	OSEGUERA-CAMACHO, ESMERALDA SELENE	Instituto Tecnológico de Jiquilpan

Figura 1. Registro de proyecto ante el TNM. impresión de página propia.

Actualmente se encuentra en espera de la aceptación y financiamiento del proyecto, para su correcta instalación y administración de la PEM. Además se está en proceso de migración de <http://irese.cok.mx/moodle/> al servidor rentado por el ITJ <http://aulavirtual.itjiquilpan.edu.mx/>.

*Imagen corporativa de la materia de Simulación en la PEM, para el tema II. Números pseudoaleatorios.*

En este caso cuando el estudiante, selecciona la categoría o carrera de ISC y la materia de simulación, ingresa a la imagen corporativa del tema II. Números Pseudoaleatorios, y de esta manera se creó el ambiente virtual con los colores institucionales, imágenes, y textos adecuados para que el estudiante se sienta cómodo y se motive a trabajar en la PEM. Cabe hacer mención que esta actividad es compleja y creativa y depende en mucho de la habilidad del docente, principalmente habilidades de Diseño Gráfico, y además, que este realmente comprometido con su labor, similar como cuando el docente llega a clase hay que saludar y dar la bienvenida de una manera afectuosa y que despierte el interés del estudiante y que éste se sienta como en clase, igualmente atendido por su profesor, en este caso particular el docente, utilizó los tres métodos para la educación virtual, método Sincrónico(es necesario que las dos personas estén presentes en el mismo momento en el salón de clase o en línea), método Asincrónico(transmite mensajes u objetos de aprendizaje, sin necesidad de coincidir entre el emisor y receptor en la interacción instantánea) y el método B-Learnig(Combinado asincrónico y sincrónico) (Mortera, 2007) el mismo día que se presentó los invito a ingresar a la PEM y también el mismo día se presentaron en la plataforma de manera mixta o b-learning, se recogieron algunos comentarios, a algunos les gusto más la presentación en el salón de clase y a otros más la actividad para presentarse en la PEM. Cabe hacer mención que en este caso fueron complementarias o b-learning.

*Secuencias de aprendizaje e instrumentos de evaluación de los objetos de aprendizaje.*

Esta actividad realmente fue laboriosa, dado que se desarrollaron los objetos de aprendizaje síncronos e asíncronos y se cargaron estos a la PEM (chat, wiki, videos imágenes, texto, foros, exámenes, programas en el lenguaje de programación java, etc..), del tema II. Números pseudoaleatorios, a la PEM, por obvias razones se realizaron antes de que comenzara el semestre y la planeación didáctica del tema II en el aula y en la PEM, esta planeación didáctica se adecuo para adaptarse a una educación b-learnig, tomando en cuenta el modelo educativo para la educación de la industria 4.0 (Swain, 2017), así como los instrumentos de evaluación cualitativa y sumativa, para cada objeto de aprendizaje, con sus correspondientes instrucciones precisas sin ambigüedades para evitar confusiones al momento de que el estudiante intente realizar las actividades o interactuar con los objetos de aprendizaje, adicionalmente se les indico que la hora para atenderlos de manera síncrona en la plataforma fue a las 17-18 horas de lunes a viernes con retroalimentación en clase en el horario de 8-9 horas y 12-13, en los salones J2 y

C7, cabe hacer mención que inicialmente a los estudiantes se les hacia un poco pesado y al docente también, por preparar actividades dentro y fuera del aula, después de la evaluación sumativa y cualitativa, los estudiantes al final del tema II. Números Pseudoaleatorios, quedaron muy satisfechos por los resultados obtenidos, comentaron que las calificaciones son más altas pero que además su aprovechamiento realmente era mejor y el docente a pesar de argumentar que es doble trabajo se quedó más contento con los resultados comenta que los alumnos que son muy distraídos en clase en la plataforma son excelentes. Comentan que quieren todos los temas así y todas las materias, debido a que después de este tema se regresa a la educación tradicional.

*Puesta a punto en la nube(PEM) los objetos de aprendizaje.*

Con las instrucciones precisas y los objetos de aprendizaje b-learnig, los instrumentos de evaluación cualitativa y sumativa y los textos requeridos, se procedió a subir estos al servidor y adecuarlos a la imagen corporativa del tema II. Números Pseudoaleatorio, formatear los textos es muy importante para que el estudiante se sienta cómodo en la simulación del aula virtual.

*Evaluación del tema II. Números pseudoaleatorios.*

Este proceso se realizó en el aula y en el aula virtual de manera b-learnig. De manera cualitativa y sumativa. Cabe hacer mención que la PEM tiene la actividad cuestionario que facilita la evaluación sumativa y además se le adiciono a la PEM un complemento u objeto de aprendizaje eXe que sirve para que el alumno se entrenó y capacito en este tema particular, es similar a un examen en línea, pero solo es para entrenamiento no guarda el resultado, los alumnos lo usaron como juego y se prepararon para su cuestionario final controlado por tiempo y guarda su calificación de tres intentos solamente.

*Comité de administración de la PEM*

Se recomienda que cada IES que use la PEM, conforme un comité de administración para homogenizar criterios de la imagen corporativa de la plataforma y de los objetos de aprendizaje de cada categoría, así como los apuntes de la actividad libro que antes subir a la nube, pasen por un proceso de revisión por parte de la academia o cuerpo colegiado de la IES, esta homogenización apoyaría en mucho a los docentes encargados de realizar los objetos de aprendizaje y formato de textos a subir a la PEM. En este proyecto no se realizó el comité de administración se recomiendo realizar otro proyecto para esta actividad y decidir por quien debe estar integrado y quien lo debe realizar.

**Comentarios Finales**

*Resultados*

Los resultados fueron muy alentadores, la información se extrajo por medio de encuestas aplicadas a la población total, 5 docentes y dos grupos de simulación 01 y 02 respectivamente, simulación 01, 15 estudiantes, simulación 02, 24 estudiantes, esto es se encuesto a la población completa de docentes y alumnos. El objetivo principal fue conocer los beneficios que ha traído la propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad b-learning al alumno, en la facilitación de la construcción de aprendizajes significativos y relevantes. Así mismo, se buscó tener una medida meramente cualitativa, basada en la percepción del usuario, sobre la influencia que ha tenido la b-learning en el tema II. Números pseudoalearios en su contexto etnográfico, considerando principalmente preguntas abiertas en los cuales expresarán su sentir.

Los resultados de la encuesta fueron alentadores y suficientes como para seguir en la mejora continua, y fortalecer el compromiso de los integrantes del proyecto a seguir trabajando en equipo en la mejora continua y excelencia académica en los temas de cada una de las materias que imparte. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 1. En ésta se utiliza una escala del uno al diez, indicando diez excelente y 1 deficiente o muy satisfecho e insatisfecho.

Resultados de la encuesta	
Utilización apropiada del objeto de aprendizaje	9.9
Disponibilidad	10
La información mostrada es clara y facilita el aprendizaje	9.6
Contextualiza el conocimiento visto en clase	9.8
Favorece el aprendizaje significativo	9.5
Apoya el trabajo en equipo	9.0
Sirve de ejemplo contextualizado y situado	9.1

Apoya la recuperación de clases	9.4
Cambio de actitud de los profesores dentro del aula.	9.1
Mejora en la planeación didáctica.	10
Uso de nuevas técnicas de aprendizaje.	9.6
Mejor atención en el programa de tutorías.	9.3
Evaluaciones alternativas al examen.	10
Disminuye el índice de reprobación	9.3
Facilita la construcción de su propio aprendizaje.	10

Tabla 1. Beneficios de la implementación de un EVEA bajo la modalidad b-learning

#### Conclusiones.

El uso de la propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad b-learning, promueve el desarrollo de las competencias de los estudiantes, aunque se debe destacar que se requiere de una buena planeación tanto del curso como de las actividades de aprendizaje activo para lograrlo y se debe actualizar al modelo educativo para la educación de la industria 4.0 (Swain, 2017)

Es importante considerar que el tutor o profesor no debe ser improvisado ya que de la planeación que haga sobre las actividades de aprendizaje depende el desarrollo de las competencias y el éxito de su curso.

El fin último es desarrollar en el estudiante la propia responsabilidad de su aprendizaje, convirtiendo al docente en un facilitador del aprendizaje.

El uso de la propuesta de implementación de un EVEA bajo la modalidad b-learning, es un factor determinante para que estudiantes y docentes se desempeñen a la altura de la educación 4.0 para la industria 4.0.

#### Recomendaciones

Es necesario se amplíe esta investigación aplicando el Modelo de la industria 4.0 (Swain, 2017) aplicado a la educación combinado con b-learning en un curso completo. Es necesario se amplíe la investigación para personalizar la imagen corporativa de la PEM del ITJ. Es necesario se realice un proyecto para conformar los Comité de administración de las plataformas educativas.

#### Referencias

- Gurdián-Fernández. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. Costa Rica: Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Hernández. (2007). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- iMoodler. (9 de Enero de 2011). <http://www.imoodler.com/moodle>. Recuperado el 5 de Marzo de 2013, de <http://www.imoodler.com>
- Jiquilpan, I. T. (8 de Enero de 2013). *Instituto Tecnológico de Jiquilpan*. Recuperado el 8 de Febrero de 2013, de Instituto Tecnológico de Jiquilpan: <http://www.itjiquilpan.edu.mx/CarrerasAlumnos.aspx>
- Mortera, F. J. (2007). *El aprendizaje híbrido o combinado (blended learning): acompañamiento tecnológico en las aulas del siglo XXI*. En Lozano: Limusa/EGE-Tecnológico de Monterrey.
- Renta Davis, A. C. (2012). Formación de profesores para la aplicación de la WEB 2.0 en la enseñanza universitaria. *TIES 2012, III Congreso Europeo de Tecnologías de la Información en la Educación y la Sociedad: Una visión crítica, celebrado en Barcelona del 1 al 3 de febrero de 2012 Barcelona España*, 474.
- Swain, R. (2017). *Modelo Educativo para la industria 4.0*. México: Academia de Ingeniería México.
- Valenzuela, J. (2005). *Evaluación de instituciones educativas*. México: Trillas.

# CARACTERIZACIÓN DE LA PALMICULTURA EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

Dr. Ricardo Isaac Márquez<sup>1</sup>, Dra. María Esther Ayala Arcipreste<sup>2</sup>,  
Biól. Marco Antonio Arteaga Aguilar<sup>3</sup>, M en C Angélica Patricia Isaac Márquez<sup>4</sup>

**Resumen**— El cultivo de palma de aceite ha crecido rápidamente en Campeche en los últimos años bajo un modelo de plantaciones campesinas a pequeña escala. Se describe el perfil productivo de los palmicultores del estado de Campeche y de las prácticas de manejo del cultivo, con base en un estudio de caso de una comunidad campesina. Los campesinos muestran limitaciones para realizar un manejo adecuado de la palma de aceite y carecen de recursos para afrontar los costos de mantenimiento de las plantaciones, así como para expandir el cultivo. Por tal motivo las plantaciones campesinas tienen una baja intensidad de manejo, y en la mayor parte de los casos se limita a la cosecha de racimos. Los resultados indican que hay ventanas de oportunidad para incrementar la productividad de las plantaciones campesinas a niveles que dinamicen la economía local, e impulse el desarrollo de las comunidades en un marco de sustentabilidad.

**Palabras clave**—Palma de aceite, cultivo, campesinos, prácticas, manejo.

## Introducción

La palma de aceite es en la actualidad la primera fuente de aceite vegetal en el mundo, después de la soya. En México, la producción de aceite obtenido de la copra y granos de oleaginosas es insuficiente para cubrir la demanda nacional. Actualmente se cuenta con poco más de 90 mil hectáreas sembradas de palma de aceite, donde 52% de la superficie sembrada corresponde a Chiapas. El segundo estado productor es el estado de Campeche con 22% de la superficie sembrada de palma de aceite, seguido por Tabasco y Veracruz con 16% y 9% respectivamente (SIAP, 2018). No obstante, el país sigue siendo deficitario en la producción de aceite de palma ya que sólo produce 60% del consumo interno anual (SIAP, 2018).

A escala global, se calcula que será necesario incorporar 12 millones de hectáreas de nuevas plantaciones de palma de aceite para satisfacer la demanda mundial de grasas, aceites y biocombustible que se espera se duplique antes de la primera mitad del presente siglo (Corley, 2019). Por estas razones, las plantaciones de palma de aceite seguirán incrementándose en el sureste de México ante la disponibilidad de más de dos millones de hectáreas con potencial para producir aceite de palma (INIFIPA, 2015). Se considera además que la palma de aceite por su elevada productividad y relativamente bajos costos de producción es una alternativa productiva para contribuir a superar las condiciones de pobreza y de marginación de los pobladores de las comunidades rurales de las zonas tropicales (Basiron, 2007).

La expansión de la palma de aceite es motivo de controversia en el mundo y ha dado lugar a opiniones contrastantes (Rival y Levang, 2014). Mientras que para unos es una amenaza al ambiente y un peligro para el bienestar de las comunidades locales, para otros es sinónimo de desarrollo económico y social en el medio rural. Investigaciones han documentado que la expansión de las plantaciones a gran escala de la palma de aceite ha resultado en la deforestación y la fragmentación de grandes extensiones de bosque, pérdida de biodiversidad, contaminación por agroquímicos, incendios forestales y la disminución en la disponibilidad de agua. A pesar de las críticas vertidas contra la palma de aceite y de sus impactos negativos, campesinos y pequeños productores siguen participando de su cultivo e impulsando su expansión, incluyendo a grupos indígenas (Feintrenie et al. 2010). El balance final parece depender en gran medida del modelo de desarrollo bajo el cual se impulsa el cultivo y las condiciones ambientales, sociales, económicas y políticas de cada país o región (Tan et al. 2009). Por ello, es necesario que los programas diseñados para expandir su cultivo consideren esfuerzos sistemáticos para identificar, monitorear y evaluar los impactos ambientales y sociales asociados a las plantaciones de palma de aceite.

<sup>1</sup> Dr. Ricardo Isaac Márquez es Profesor Investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. ricisaac@uacam.mx (**autor correspondiente**)

<sup>2</sup> Dra. María Esther Ayala Arcipreste es Profesor Investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. maeayala@uacam.mx

<sup>3</sup> Biól. Marco Antonio Arteaga Aguilar es Profesor Investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (CEDESU) de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. maarteag@uacam.mx

<sup>4</sup> M en C Angélica Patricia Isaac Márquez es Profesor Investigador del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. anpisaac@uacam.mx

Las políticas gubernamentales han impulsado las plantaciones de palma de aceite en el estado de Campeche mediante un modelo de plantaciones campesinas a pequeña escala, de tal forma que actualmente se estima que existe una superficie sembrada de aproximadamente 23 mil hectáreas. Se espera en los próximos años incrementar la superficie sembrada a cien mil hectáreas, lo que colocaría al Estado en el principal productor de aceite de palma del país. El Comité del Sistema producto palma de aceite en el estado está integrado aproximadamente por 400 productores, quienes están integrados en 37 Sociedades de Producción Rural (SPR), las que a su vez conforman una unión de sociedades de producción rural denominada Unión de Palmicultores del Milenio USPR de RI (UPM). Sin embargo, se carecen de estudios específicos para poder tener una opinión fundamentada sobre la viabilidad técnica, social y ambiental del cultivo en el contexto estatal.

Dentro de este contexto, el presente estudio tiene como finalidad describir el perfil de los palmicultores campesinos y de las prácticas de manejo realizadas al cultivo, con el fin de generar información de base que permita a los tomadores de decisiones diseñar intervenciones para mejorar la productividad del cultivo y e incrementar sus potenciales beneficios para el sector rural de Campeche.

### Descripción del Método

Se realizó una encuesta productiva de carácter exploratoria a los palmicultores integrantes de la UPM de una comunidad campesina ubicada en el municipio de Carmen, Campeche. En esta comunidad el cultivo de la palma de aceite inició hace aproximadamente 20 años mediante un proceso de reconversión productiva en tierras dedicadas a la ganadería. Se encuestó a los productores de la comunidad (n=20) con objeto de caracterizar a los palmicultores y describir las prácticas productivas del cultivo.

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Los productores encuestados son en su mayoría (85%) ejidatarios y el resto son productores privados. La mitad de los palmicultores se encuentran organizados en una SPR y el restante se consideran productores independientes. La mayoría (95%) son varones, con una edad promedio de 55. 5 años, y tienen una superficie media de 21.5 tierras para las actividades agropecuarias. Casi todos los productores saben leer y escribir (90%), cerca de la mitad (45%) tiene estudios de nivel secundaria y una minoría (10%) posee estudios de nivel medio superior, mientras una cuarta parte sólo cuenta con estudios de primaria (35%) o no tienen educación formal (10%). Las familias de los productores están integradas por una media de 4.5 personas. La principal actividad económica para la unidad familiar es el cultivo de la palma de aceite para la mitad de los productores (55%) y la ganadería para una cuarta parte (25%). Más de la mitad de los productores (75%) posee ganado en la actualidad, con una media de 20 cabezas de ganado.

Los productores dedican en promedio más de la mitad de sus tierras (51%) a la actividad ganadera con pastos establecidos y poco menos de la mitad (42%) al cultivo de la palma de aceite. Las áreas de vegetación secundaria y los remanentes de selva ocupan sólo cerca de la décima parte de sus tierras (7%). Las áreas selváticas se han mantenido principalmente debido a que los suelos nos son aptos para las actividades agropecuarias. Desde el punto de vista económico, el cultivo de palma de aceite eleva considerablemente el valor de la tierra. Una hectárea de palma de aceite puede llegar a cotizarse en más del doble del valor comercial de una hectárea de pastos.

#### *El cultivo de la palma de aceite*

Los productores tienen una media de 8.2 ha de plantaciones de palma de aceite. Son plantaciones con un diseño de tresbolillo con un espaciamiento de 9 m entre plantas y una edad promedio de 15. 3 años. Más de la mitad de la superficie de plantaciones (56%) se establecieron en suelos que eran utilizados como pastizales. Cerca de la cuarta parte (22%) se establecieron en áreas agropecuarias abandonadas (acahuales), mientras que 8% se sembraron en áreas de vegetación secundaria y de selva. El restante 14% se ubicaron en áreas con cobertura previa de cultivos anuales y perennes. Para la mayoría de los palmicultores (71%) los apoyos gubernamentales fueron la principal razón para la reconversión productiva de sus tierras a la palma de aceite.

Los palmicultores han carecido de asesoría técnica para el manejo del cultivo. Han aprendido el manejo del cultivo en la práctica sobre ensayo y error. Cerca de la mitad (47%) reporta haber recibido ocasionalmente algún tipo de asesoría técnica de parte de la UPM para problemas específicos, principalmente en la forma de charlas, cursos prácticos o visitas a fincas demostrativas. Uno de los aspectos técnicos del cultivo en que los palmicultores perciben con mayor necesidad de capacitación es la fertilización de los suelos, que al mismo tiempo es identificado como una de las principales limitaciones en el manejo de sus plantaciones.

La intensidad de manejo de las plantaciones campesinas es reducida. La mitad (50%) de los palmicultores reportó haber realizado durante el último año limpieza de sus plantaciones y sólo 40% llevó a cabo la poda de las palmas. La mayor parte de los palmicultores no utilizan agroquímicos en sus plantaciones que se encuentran en

producción. Sólo una quinta parte (20%) reportó haber fertilizado sus plantaciones, mientras que menos de la mitad (40%) utilizó herbicidas y una minoría (5%) utilizó un rodenticida para combatir plaga de ratas. Las limitaciones económicas para adquirir el producto es la principal razón para el reducido uso de agroquímicos, particularmente de fertilizantes.

Para todas las actividades de manejo de las plantaciones, la principal fuente de mano de obra es la unidad familiar. La mano de obra representa 82% de los costos de producción de la palma de aceite y en promedio los productores ocuparon 22.6 jornales por hectárea en el último año para el mantenimiento y la cosecha de las plantaciones. Cerca de la mitad de los jornales empleados (41%) corresponde a mano de obra familiar.

La productividad de las plantaciones campesinas es en promedio de 5.5 toneladas por hectárea. El precio de comercialización se ubicó en \$ 1500 pesos por tonelada de fruto fresco. De tal forma, que en promedio los palmicultores de la comunidad tuvieron un ingreso medio anual de \$ 67,650 pesos, con un rango entre \$ 3,500 a \$ 262,500 pesos por productor. El principal uso que los palmicultores hacen de los recursos obtenidos del cultivo de palma de aceite es la adquisición de artículos para el consumo y cubrir gastos de salud y educación de los miembros de la unidad familiar. Solamente la mitad (56%) reporta haber reinvertido parte de las ganancias en el mantenimiento de las plantaciones.

Los rendimientos obtenidos de las plantaciones de palma de aceite son considerados regulares para más de la mitad de los productores (55%), mientras que más de la tercera parte (35%) los aprecian como malos. Sólo 5% aprecian el rendimiento obtenido como bueno, mientras que el restante 5% no tiene una opinión fundamentada al respecto. A este respecto, la mayor parte de los palmicultores (85%) opinan que es posible obtener mejores rendimientos de sus plantaciones, mientras que algunos de ellos (10%) creen que la edad de las plantaciones no permite mejorar la productividad de la palma de aceite. Para incrementar la productividad de las plantaciones los palmicultores consideran que es necesario contar con recursos económicos para fertilizar el suelo (52%) y contar con riego para las plantaciones (26%). La mayoría de los palmicultores (70%) considera que la productividad de las plantaciones ha disminuido en los últimos años. Los productores consideran que esto se debe a la edad de las plantaciones (41%), las condiciones del temporal que no han sido favorables para el cultivo (29%), la pérdida de fertilidad de los suelos (6%) y un mal manejo de las plantaciones (6%) principalmente.

La infraestructura que disponen los productores para el cultivo de la palma de aceite es limitada. Solamente la quinta parte (20%) de los palmicultores dispone de cuchillo malayo o chuza, herramientas indispensables para el cultivo. Menos del 10% dispone de vehículo de transporte, maquinaria, caminos de acceso, cercas, riego o pozo.

#### *Establecimiento de nuevas plantaciones de palma de aceite*

Durante el año previo, la tercera parte (35%) de los productores establecieron nuevas plantaciones de palma de aceite. La preparación de la tierra se realizó en la mayor parte de los casos (57%) de manera manual, utilizando mano de obra familiar y rentada, mientras que el resto de los productores utilizaron maquinaria propia o rentada. Las plantas utilizadas para las nuevas plantaciones fueron proporcionadas por subsidio gubernamental a través de la UPM, por lo cual no tuvieron que invertir en la adquisición de las plántulas. Poco más de la mitad (60%) contrató mano de obra para sembrar las plantas, mientras que el resto utilizó exclusivamente mano de obra familiar.

Con relación a los insumos para establecer las plantaciones, la mayor parte de los productores (71%) fertilizaron el suelo, con una sola aplicación al momento de la siembra. Ninguno reportó uso de agroquímicos para plagas o enfermedades, pero más de la mitad (57%) utilizaron herbicida glifosato para control de las arvenses. Solamente la mitad (43%) de los productores realizó limpieza de sus nuevas plantaciones. Una minoría (14%) sembró cultivos intercalados y ninguno estableció cultivos de cobertura.

Una tercera parte de los palmicultores (35%) tiene planeado incrementar la superficie actual del cultivo debido a que es una opción productiva rentable, con beneficios económicos significativamente mayor en comparación con la ganadería extensiva, que es la principal actividad productiva de la comunidad, y que además asegura ingresos económicos durante todo el año.

Los productores consideran que las principales opciones para mejorar el cultivo de la palma de aceite en Campeche son: a) apoyos y subsidios para adquirir fertilizantes (30%), b) créditos para establecimiento y manejo de las plantaciones (20%), y c) apoyos para mejorar la comercialización de los racimos de frutos frescos (15%). De acuerdo con los palmicultores, el principal problema que enfrenta el cultivo son los altos costos de inversión para su establecimiento y manejo, especialmente en cuanto a las necesidades de fertilización. Estiman costos de establecimiento de al menos seis mil pesos por hectárea en el primer año de la plantación sin contabilizar la mano de obra familiar, de los cuales la cuarta parte corresponde a la inversión en la compra de fertilizantes. Por esta razón, la productividad de las plantaciones es relativamente baja, ya que la mayoría no puede aplicar el esquema de fertilización recomendado dado que carecen de recursos económicos y desconocen las condiciones de fertilidad de sus tierras.

#### *Conclusiones*

Los palmicultores del ejido coinciden en que el cultivo de la palma de aceite es una actividad rentable y con alto potencial para mejorar la condición económica de las familias. En comparación con la cría de ganado bovino, la palma de aceite tiene mayores beneficios económicos ya que genera recursos todo el año y en menor tiempo. Mientras que un becerro tarda entre ocho a nueve meses para su venta en un precio máximo de seis mil pesos, la palma puede generar el mismo ingreso cada quince días si se tiene una extensión mínima de diez hectáreas y un manejo apropiado de las plantaciones. El cultivo de la palma de aceite ofrece además un mayor margen de seguridad que la ganadería bovina, la cual se ha visto aquejada en los últimos años por una alta incidencia de enfermedades en los animales y por un grave problema de robo de ganado en el ejido, lo que ha disminuido su rentabilidad e incrementado el riesgo de perder la inversión. Por otra parte, la palma incrementa el valor comercial de la tierra, ya que una hectárea plantada con palma de aceite puede duplicar el valor de una hectárea de pastizal en la comunidad.

La rentabilidad de la palma de aceite en plantaciones a pequeña escala ha sido uno de los principales factores que ha motivado a los agricultores del trópico a incursionar en su cultivo (Feintrenie et al. 2010). Los palmicultores parecen apostar además por la seguridad y la regularidad de los ingresos que ofrece la palma de aceite en comparación con la ganadería extensiva. Sin embargo, en pocos casos los productores se han especializado por completo en su cultivo y el número de palmicultores en la comunidad sigue siendo relativamente bajo.

Los resultados parecen indicar que los palmicultores carecen de capacidades y recursos económicos para el mantenimiento adecuado de las plantaciones. En aspectos claves para la productividad del cultivo como la fertilización, los palmicultores no están en condiciones de seguir las recomendaciones de la UPM (300 a 660 kg por hectárea). Los productores carecen de las herramientas adecuadas, y en la mayor parte de los casos no cuentan con capacitación ni asesoría técnica para el manejo integral de las plantaciones. Estos factores conducen a una productividad muy inferior a la media nacional que es de 15.5 toneladas por hectárea (Aguilar et al. 2013).

Los resultados demuestran que la palma de aceite es rentable e impacta de manera positiva la economía y las condiciones de vida material de las familias de los palmicultores. Esto se debe al esquema de producción que existe en Campeche, donde cada plantación es una empresa campesina a pequeña escala que cuenta con la propiedad de la tierra, autonomía en la toma de decisiones y que emplea principalmente mano de obra de la unidad familiar. Además, las empresas campesinas organizadas en la UPM tienen la capacidad para negociar la comercialización del producto en condiciones ventajosas y gestionar apoyos gubernamentales para apuntalar el cultivo. Situación que es diferente a lo que ocurre en Asia y gran parte de América Latina, donde empresas y corporaciones multinacionales por diferentes medios han despojado de sus tierras a los campesinos e indígenas para establecer plantaciones de palma de aceite a gran escala. Sin el sustento de sus tierras, terminan por emplearse en las plantaciones a cambio de sueldos bajos y muchas veces en condiciones de explotación laboral, generando graves problemas sociales y económicos.

Las limitaciones técnicas y económicas de los palmicultores no han permitido que las plantaciones alcancen niveles de productividad que detonen la economía local. La palma de aceite es un cultivo que demanda un uso intensivo de capital y de tecnología que superan las capacidades y los recursos de los campesinos. En este sentido hay una ventana de oportunidad muy importante en materia de organización, crédito, capacitación y asesoría técnica para hacer más productivas las plantaciones campesinas a niveles que dinamicen la economía local e impulse el desarrollo de las comunidades en Campeche. Para ello, será necesario innovar y explorar nuevos esquemas de organización productiva con el fin de lograr una economía de escala. De otra manera, es previsible que los campesinos serán gradualmente marginados de la actividad ante la llegada de empresas nacionales e internacionales, las cuales se encuentran comprando o rentado tierras para establecer plantaciones de palma de aceite a gran escala.

### Referencias

Aguilar N., Arias N. A., Santoyo V. H. (2013). La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Avances y retos en la gestión de la innovación. México: Universidad Autónoma de Chapingo

Basiron Y. (2007). Palm oil production through sustainable plantations. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 289–295.

Corley R H V. (2009). How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy* 12: 134-139

Feintrenie, L., Chong, W. K., Levang, P. (2010). Why do Farmers Prefer Oil Palm? Lessons Learn from Bungo District, Indonesia. *Small-scale Forestry* 9:379–396.

INIFAP (2015). INIFAP desarrolla técnicas para producir palma de aceite. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <http://sigi.inifap.gob.mx/INIFAP/paginaweb/DetalleNoticia.aspx?id=1284> . Fecha de consulta 22 de junio de 2015

Rival A., Levang P. (2014). La palma de la controversia: La palma aceitera y los desafíos del desarrollo. Bogor, Indonesia: CIFOR.

SIAP. (2018) <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>. Fecha de consulta 7 de diciembre de 2018.

Tan K T, Lee K T, Mohamed A R, Bhatia S. (2009). Palm oil: Addressing issues and towards sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13: 420–427.

### Notas Biográficas

El **Dr. Ricardo Isaac Márquez** es profesor investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Campeche. Realizó estudios de licenciatura en Biología en la Universidad Autónoma de Guadalajara. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales en la Universidad Autónoma de Yucatán. Tiene el grado de Doctor en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable por El Colegio de la Frontera Sur.

La **Dra. María Esther Ayala Arcipreste** es profesora investigadora del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Campeche. Realizó estudios de licenciatura en Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México. Obtuvo el grado de Maestra en Ciencias en Ecología Humana en el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Tiene el grado de Doctora en Geografía por la Universidad Complutense de Madrid.

El **Biól. Marco Antonio Arteaga Aguilar** es profesor investigador del Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y Aprovechamiento de la Vida Silvestre de la Universidad Autónoma de Campeche. Realizó estudios de licenciatura en Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó estudios de Maestría en Estudios Urbanos y Regionales en la Universidad Autónoma del Estado de México.

La **M en C Angélica Patricia Isaac Márquez** es profesora investigadora del Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Autónoma de Campeche. Realizó estudios de licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo. Obtuvo el grado de Maestría en Ciencias Biomédicas por la Universidad Autónoma de Guadalajara.

# GENERACIÓN DE PRODUCTOS CARTOGRÁFICOS CATASTRALES A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS DE BAJO COSTO

Antonio Iturbe Posadas<sup>1</sup>, César Eduardo Sansores<sup>2</sup>

**Resumen** — Se evalúa la capacidad de un vehículo aéreo no tripulado (drone) de bajo costo, para generar productos cartográficos de grado catastral (principalmente ortoimagen) en localidades rurales, con base en la normatividad existente en la materia definida por el INEGI. Se desarrolla un caso de estudio tomando como referencia la localidad de Sac-Xan, en el municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Los resultados obtenidos indican que se cumple la normatividad, principalmente en referencia a los artículos 27, 29 y 30 de la norma para la captación de datos catastrales realizada por el INEGI. La ortoimagen generada cuenta con un tamaño de píxel de 3.5 cm y un error posicional derivado del proceso fotogramétrico de 0.011 metros, con lo que se cuenta con los parámetros adecuados para derivar cartografía de manzanas, predios y construcciones. Como valor agregado, se obtienen los productos de modelo digital de superficie y nube de puntos densa con la factibilidad de derivar capas de datos y análisis para apoyar el trabajo catastral multifinanciado en ámbitos rurales. Los recursos y tecnología empleada, significan ahorros de alrededor de un 80% considerando lo señalado por referencias especializadas en el ámbito catastral.

**Palabras clave**—Vehículos aéreos no tripulados, bajo costo, productos cartográficos, ortoimagen, nube de puntos, modelo digital superficie, catastro.

## Introducción

El 8 de enero del 2018 (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2018) se crea el Instituto Geográfico y Catastral del Estado (IGECE). En el contexto de Quintana Roo, es la institución encargada de normar, supervisar y dirigir las actividades catastrales en el territorio del Estado, así como recolectar e integrar toda la información registral catastral en una base de datos alfanumérica, misma que es vinculada con la cartografía de todo el estado, procurando que se cuente con información veraz y confiable. El propósito es brindar mayor seguridad y certidumbre a los actos jurídicos en temas catastrales.

La generación de bases de datos catastrales requiere la realización de un inventario de los predios y construcciones. La definición clara de los límites de la propiedad es esencial para que, conjuntamente con la definición legal de una propiedad, se establezca el estado de hecho y derecho de la propiedad raíz (Erba y Piumetto, 2017). Un inventario de predios y construcciones es de gran utilidad para desarrollar el concepto de catastro multifinanciado, en el que se explotan los datos para diferentes propósitos en beneficio de la administración pública y la sociedad. Esto implica relacionar numerosos atributos temáticos a la capa de predios y manzanas principalmente para soportar la toma de decisiones, lo que favorece el desarrollo local y regional. Por citar un ejemplo, se tiene la posibilidad de analizar con detalle la vulnerabilidad y análisis del riesgo de la sociedad ante eventos hidrometeorológicos resultado del cambio climático (Pérez-Morales, et al., 2016). Por supuesto, un catastro adecuadamente actualizado y eficiente genera ventajas importantes en los ingresos distribuidos por el gobierno federal; en México, desde el año 2015 las políticas en los ejercicios fiscales de la federación a los municipios establece que un 30% de las participaciones federales se basan en los ingresos generados por el impuesto predial (Canavire-Bacarreza y Zúñiga, 2015). Un catastro actualizado y eficiente representa múltiples ventajas para la sociedad y para la propia administración municipal.

El empleo de procesos fotogramétricos es esencial en términos de costo - beneficio para el inventario de miles de predios y construcciones. Las tecnologías disponibles hoy día varían en función de la sofisticación, la exactitud de los datos y elementos de valor agregado. Erba y Piumetto (2017) reportan que el costo por ha de productos cartográficos catastrales tales como ortoimagen, modelo digital del terreno, modelo digital de superficie, restitución y otros resultados varía en función de las tecnologías utilizadas para la generación de las bases de datos. Empleando sensores LIDAR y fotografía aérea, el costo es de aproximadamente USD \$53.00 / ha. El empleo de imágenes satelitales tiene un costo aproximado de USD \$73.00 / ha y el empleo de pictometría (fotografía oblicua) tiene un costo de USD \$62.00 / ha. En estos tres casos se resaltan los tiempos administrativos que este tipo de proyectos obliga y que pueden llegar a ser de meses e incluso años si se considera la búsqueda de recursos económicos. Para el caso de localidades rurales

<sup>1</sup> Director de Informática del Instituto Geográfico y Catastral del Estado de Quintana Roo. antonio.iturbe@gmail.com (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Analista Senior adscrito a la Dirección de Informática del Instituto Geográfico y Catastral del Estado de Quintana Roo. villanueva.sansores@gmail.com

e incluso localidades urbanas en regiones con bajo desarrollo económico los costos son prohibitivos, los resultados poco se ajustan a las necesidades locales y, no menos importante, que las exactitudes y resoluciones no son las adecuadas para geografías particulares que demandan requerimientos técnicos específicos.

La búsqueda de aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados (VANT) debe considerar tanto el costo de la tecnología, los beneficios, riesgos e incluso abordar el tema de la facilidad para la capacitación y transferencia de procesos que ayuden a generar aplicaciones rentables (Sánchez, et al., 2013). En el ámbito catastral, los VANT han sido analizados desde la perspectiva del cumplimiento de estándares catastrales. Manyoky et al. (2012) afirma que el empleo de los VANT satisface los estándares catastrales empleados en Suiza a través del empleo de un vehículo aéreo no tripulado de bajo costo y una cámara fotográfica no profesional o fotogramétrica, que en este caso fue una cámara marca Panasonic modelo Lumix DMC-LX3.

Los nuevos desarrollos de software fotogramétrico implican cambios no solo en la forma de adquisición de los datos sino en el procesamiento y obtención de nuevos productos. A la fecha, las soluciones fotogramétricas tales como Pix4d (Pix4D SA, 2018), Agisoft (Agisoft LLC, 2018) y Recap (Autodesk Inc, 2018) se emplean para diferentes propósitos, incluyendo los de tipo catastral. El concepto sobre el que descansan estos desarrollos informáticos es la aplicación del algoritmo *structure from motion* (SfM), lo cual implica la necesidad de obtener una gran cantidad de imágenes (redundancia) para un mismo objeto con la finalidad de identificar los diferenciales de altura. En este sentido, los VANT se ajustan a las necesidades de producir para una misma zona del territorio una cantidad importante de fotografías aéreas perpendiculares e incluso oblicuas y generar productos fotogramétricos acorde al algoritmo SfM.

Los procesos implicados en la generación de productos cartográficos a través del empleo de VANT tienen las siguientes etapas: definición del área de estudio, elaboración de planes de vuelo fotogramétrico para el VANT, diseño y realización de control terrestre, ejecución de vuelo fotogramétrico con VANT, procesamiento fotogramétrico, derivación de productos tales como nube de puntos, modelo digital de superficie, modelo digital del terreno, ortoimagen, y en función de la tecnología empleada, la digitalización 3D de los diferentes elementos de interés como construcciones. Resultado del avance continuo en la tecnología de los VANT es la reducción en el costo de esta tecnología. Para el caso particular de México, algunos proyectos catastrales (CartoData, 2015) emplean esta tecnología de los vehículos aéreos no tripulados para generar ortoimágenes y derivar capas de datos catastrales. Considerando el interés del IGECE en la materia catastral para ámbitos rurales, que se plantea como propósito del presente trabajo determinar si el empleo de un vehículo aéreo no tripulado de tipo comercial y de bajo costo puede ser empleado para generar cartografía catastral rural y evaluar el grado de cumplimiento de la normatividad nacional catastral (INEGI, 2012) señalada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

## Materiales y métodos

### *Materiales empleados*

Para la realización de ortoimágenes con la resolución espacial, radiométrica y la exactitud posicional con fines catastrales, se empleó un vehículo aéreo no tripulado marca DJI<sup>(R)</sup>, modelo Phantom 4 versión 2.0 Pro (DJI, 2018). Este VANT cuenta con una cámara fotográfica integrada con las siguientes características: sensor de 1" CMOS, 20 megapíxeles de resolución (5472 x 3648), FOV de 84°, 8.8 mm de distancia focal / 24 mm (formato equivalente a 35 mm), f/2.8 – f/11 y enfoque de 1 m – ∞. El costo de este vehículo aéreo es de alrededor de USD \$1,600.00. Para la operación del vehículo aéreo no tripulado se utilizó una tableta electrónica de la marca Apple<sup>(R)</sup>, modelo Ipad mini (4ta generación), con 256Gb de capacidad de almacenamiento. La app empleada para propósitos de diseño y realización de planes de vuelo fotogramétrico es Drone Deploy<sup>(R)</sup>.

Para la obtención de mediciones geodésicas de grado mm, se emplearon dos receptores marca Sokkia<sup>(R)</sup>, modelo GSX2. Como declara el fabricante (Topcon Positioning Systems, Inc, 2012), la exactitud posicional empleando el método de estático rápido (*fast static* con bandas L1 y L2) es de 3 mm + 0.5 ppm en la horizontal y 5 mm + 0.5 ppm en la vertical. La configuración de estos receptores considera la obtención de señales GPS L1/L2 y de la constelación Glonass. La ventana de captura de datos se definió a partir de 15° y el tiempo de grabación de señales a cada segundo. El programa de cómputo empleado para realizar la corrección diferencial de los datos GPS obtenidos es Magnet Tools<sup>(R)</sup>, desarrollado por la empresa Sokkia (Topcon Positioning Systems, Inc, 2019).

Para el marcaje de puntos de referencia geodésicos ubicados en el terreno que serán registrados en las imágenes adquiridas por el vehículo aéreo no tripulado, se generaron marcas en forma de L (40 x 40 cm; línea de 15 cm de anchura) y en algunos casos donde no es factible realizar marcajes en el piso debido a que la cubierta no lo permite como zonas de pasto o tierra, se colocaron marcas hechizas de cartón divididas en cuadros (2 x 2) de 50 x 50 cm. Para

hacer distinguible el centro, se empleó un diseño de marca en modo de tablero de ajedrez se marcaron dos cuadros de color blanco y dos en color negro.

Para el procesamiento de las imágenes, se empleó un estación de trabajo portátil con las siguientes características: procesador Intel Core i7, 16Gb en RAM, tarjeta de video Intel Graphics 530, disco duro SSD de 480Gb. El programa de cómputo empleado (modo de trial) es el Agisoft (Agisoft LLC, 2018).

#### *Área geográfica de estudio*

La localidad de Sac-Xan se localiza en el municipio de Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo. Las coordenadas geográficas de ubicación son 18.465544 de latitud y -88.519884 de longitud. Como referencia geográfica indirecta, está a 23.4 kms al oeste de la ciudad de Chetumal, capital del estado de Quintana Roo. El Censo Nacional de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año 2010 reporta una población total de 837 habitantes y 232 viviendas registradas. Esta localidad presenta en forma general una topografía plana y colinda en la parte sur con el Río Hondo, rasgo geográfico natural que define el límite con el país vecino de Belice.

#### *Método*

La figura 1 muestra el área de interés que se definió para el mapeo de la localidad de Sac-Xan. El polígono corresponde a las necesidades del Gobierno del Estado de Quintana Roo para efectos de análisis y requerimientos cartográficos para procesos de regularización de la propiedad. Se definieron 8 bloques de vuelo fotogramétrico debido a las limitaciones de tiempo de vuelo del VANT (aproximadamente 18 minutos útiles de vuelo por batería). Los bloques de vuelo que se sobreponen con los bloques vecinos, tienen un 5% de sobreposición aproximadamente para asegurar que no existan huecos o áreas sin cobertura fotográfica y miden en general 450 metros por 450 metros. La altura de vuelo fue de 120 mts sobre el terreno. Cada bloque de vuelo está conformado por líneas de vuelo que tienen una sobreposición longitudinal y lateral mayor al 65%. Resultado de la realización del plan de vuelo se obtuvieron 2,001 fotografías aéreas perpendiculares a la superficie, con un tamaño de pixel aproximado de 3.5 cm. Las imágenes se obtuvieron a una resolución de 20 megapíxeles y tienen parámetros de toma que ayudan al procesamiento fotogramétrico tales como: *shutter speed* de 1/600 seg, ISO 200 y f/4.5. La velocidad de vuelo del VANT se definió a un máximo de 12 m/seg. El trabajo de realización de vuelos fue llevado a cabo el día 9 de enero del año 2019.



Figura 1. Polígono de interés (indicado en línea color rojo) para la generación de productos cartográficos correspondientes a la localidad rural de Sac-Xan. La imagen contenida es la ortoimagen resultante de los trabajos de producción cartográfica empleando vehículos aéreos no tripulados de bajo costo. El tamaño de píxel de la imagen es de 3.5 cm.

El control terrestre aplicado para ser integrado en el proceso fotogramétrico, consistió en la medición de 9 puntos de control. Se empleó la metodología PPK o postproceso. La figura 2 muestra un ejemplo de las marcas posicionadas en el suelo y la manera en cómo se realiza la medición geodésica empleando uno de los receptores GPS en modo de rover o móvil. La figura 3 muestra las ventanas de observación tanto de los puntos GPS obtenidos en campo (base y rover) así como de la estación base GPS/GNSS del INEGI que corresponde a la Red Geodésica Nacional Activa para proveer de la adecuada exactitud posicional absoluta y cumplir con lo señalado por la normatividad, artículo 12

(INEGI, 2012). Resultado del proceso de corrección diferencial, se obtuvieron mediciones que reportan un error medio cuadrático menor a 1 cm (figura 3).



Figura 2. (Izquierda) Medición geodésica de puntos de control terrestre. Obsérvese el tipo de marcas en forma de L puestas en el terreno para ser observadas en las fotografías aéreas. El círculo en color rojo indica el punto a nivel centimétrico en donde se realiza la medición con el receptor GPS móvil. (Derecha) Marca de control terrestre que se aprecia en una de las fotografías aéreas adquiridas. La bandera azul corresponde al marcaje de control terrestre para brindar de georreferencia al modelo fotogramétrico.

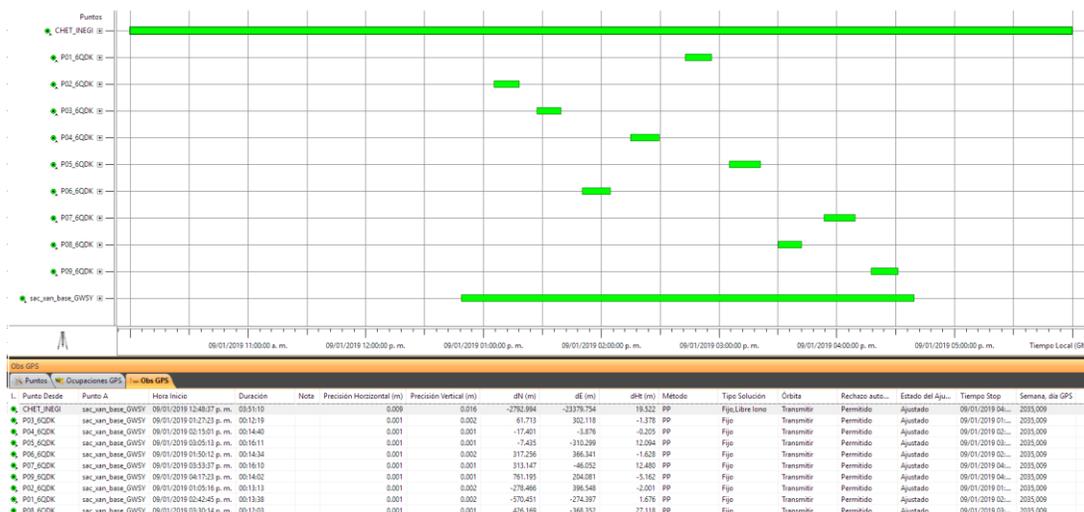


Figura 3. Resultados del proceso de corrección diferencial. En la parte de arriba se muestran las ocupaciones GPS obtenidas para el levantamiento de puntos GPS (9 puntos móviles y la base) así como el periodo de tiempo adquirido en la red geodésica nacional activa (RGNA) del INEGI para proveer de una adecuada posición absoluta. En la parte de abajo se muestran los datos de precisión horizontal obtenida, que son del orden de mm.

El procesamiento de las fotografías incluye los siguientes pasos: importación de las imágenes, alineación de las imágenes para generar una nube de puntos básica; importación de tabla de puntos de control (archivo en formato de texto separado por comas conteniendo los campos id del punto, X, Y y Z); asignación en las fotografías de los puntos de control terrestre obtenidos en campo; evaluación preliminar del error posicional; densificación de la nube puntos, generación de la red de triángulos irregulares para efectos de la ortorectificación; generación de la ortoimagen; revisión y edición de la ortoimagen y exportación de los resultados: nube de puntos densa, modelo digital de superficie y ortoimagen.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se obtuvieron tres productos cartográficos que sirven para propósitos catastrales en ámbitos rurales. El primero de ellos es la ortoimagen, caracterizada por un tamaño de píxel de 3.5 cm, georreferenciada en el sistema de referencia geodésico ITRF08 y bajo la proyección Universal Transversa de Mercator zona 16 norte, unidades de trabajo en metros. El error medio cuadrático resultado del proceso fotogramétrico es de 0.011 mts. Como un segundo producto se tiene el modelo digital de superficie, que es un mapa en formato raster con un tamaño de celda de 15.2 cm. Esta capa de datos contiene las alturas de los elementos tales como vegetación arbórea, casas - habitación, edificaciones, entre otros. Finalmente, se obtuvo una nube de puntos densa, producto conformado por 122,842,008 puntos.

Considerando la normatividad señalada por el INEGI, en el artículo 27 se indica la exactitud en metros que deben tener los puntos de control fotogramétrico (PCF); considerando la escala de vuelo con el VANT empleado en el presente trabajo, da lugar a considerar un error de 0.2 mts. En este sentido, se considera que el método empleado cumple satisfactoriamente lo indicado por la norma (INEGI, 2012), ya que los puntos de control terrestre arrojan un error menor al cm. En lo que respecta al artículo 29 (INEGI, 2012), señala que la identificación de predios por método fotogramétrico en imágenes derivadas de sensores digitales debe considerar que si el tamaño del píxel es menor a 0.20 mts, se pueden identificar predios a nivel urbano. En el caso de las imágenes obtenidas, la resolución espacial supera considerablemente este umbral, ya que los píxeles son de 3.5 cm.

El artículo 30 correspondiente a la Norma técnica para la generación, captación e integración de datos catastrales y registrales con fines estadísticos y geográficos (INEGI, 2012), señala que para predios de tipo rural, la exactitud posicional ( $CEP_{95}$ ) debe ser menor a los 2.34 metros. Los resultados obtenidos y descritos en el presente trabajo, cumplen sin problema este requerimiento de exactitud posicional. Con base en lo anterior, se considera que esta metodología es adecuada para generar procesos metodológicos que sean aplicables a la generación de diversos productos cartográficos para fines de catastro multifinanciado en localidades rurales.

### *Conclusiones*

El empleo de VANT de bajo costo como el descrito en este trabajo, permite la generación de productos cartográficos de tipo catastral. Se cumplen los elementos que señala la normatividad existente en la materia y definidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía para la conformación del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG). Un aspecto crítico para lograr los resultados obtenidos es contar con receptores GPS/GNSS de grado geodésico o bien, con la capacidad para generar puntos de coordenadas con exactitud posicional milimétrica. El paso a seguir con los resultados obtenidos bien puede ser la definición de un proceso a nivel de manufactura geotecnológica para generar en el menor tiempo posible y con los menores costos, la generación de cartografía catastral para localidades rurales e iniciar el registro de propiedades, que bajo un concepto de catastro multifinanciado, no recaudatorio, provea de adecuados beneficios a la sociedad.

El área mapeada con los recursos tecnológicos y la metodología señalada, fue de 99 ha. Con base en los costos señalados por Pérez-Morales et al., (2016), el costo de la localidad de Sac-Xan tendría un valor estimado de USD \$5,247.00. Los costos según lo planteado en este trabajo resultan en una fracción, en forma aproximada, de unos USD\$1,110.00. La calidad de los resultados es por mucho, mayor a productos fotogramétricos tradicionales, tanto por el tamaño de píxel, la generación de *true - orthophotos*, la producción de un modelo digital de superficie y una nube de puntos densa que permiten un abanico muy amplio de posibilidades para la producción de diversas capas con mayor detalle y exactitud posicional, en apoyo a la actividad catastral.

### *Recomendaciones*

La nube de puntos densa derivada del proceso fotogramétrico contiene una gran cantidad de datos. Los más de 122 millones de puntos están conformados por coordenadas de ubicación en X, Y y Z, además del atributo de color (en modelo RGB) que tiene su origen en las fotografías fuente. Estos datos retratan con detalle las características de los diferentes elementos de la realidad. Se recomienda explorar y realizar análisis multi - temporales con la finalidad catastral de determinar con rapidez, bajos costos y exactitud posicional los cambios en construcciones, para identificar y contrastar el grado de cumplimiento de la reglamentación a nivel de predio. De igual manera, y con base a la utilidad multifinanciativa catastral de este tipo de datos, se considera importante analizar y derivar de la nube de puntos un modelo digital del terreno que sirva para los trabajos de análisis de riesgos por fenómenos hidrometeorológicos, un tema de relevancia para gran parte de las localidades del estado de Quintana Roo, debido a la geomorfología y tipos de suelos y geología que favorecen el desarrollo de inundaciones.

Este trabajo debe ser replicado en áreas urbanas y evaluar la pertinencia para este tipo de contextos catastrales. En este caso, se hace necesario la realización de análisis más precisos acerca de la exactitud posicional, tanto en XY como en Z. Este proceso implica el levantamiento de un mayor número de puntos de control para conocer con exactitud el error medio cuadrático. El empleo de un distanciómetro láser permitiría obtener medidas a un bajo costo y conocer la

altura de las construcciones. Esta coordenada Z se puede inscribir en los productos cartográficos y enriquecer la base catastral con esta medida que es relevante para diferentes propósitos multifinalitarios.

El empleo de VANT implica conocer los riesgos de aeronavegabilidad, por lo que resulta necesario incluir elementos que ayuden a minimizar una probable eventualidad y a generar mecanismos de respuesta ante una caída por ejemplo del vehículo por diferentes situaciones. Existe una limitación con la metodología empleada y está asociada a los tiempos de proceso que son considerables (14 horas de tiempo de proceso en total). Para el caso de trabajos de mapeo de áreas mayores, se recomienda el empleo de computadoras *workstation* de mayores prestaciones. Una recomendación sería: 2 procesadores Intel Xeon i7, 64 o 128 Gb en memoria RAM, tarjeta GPU Nvidia P6000 o superior y discos duros SSD mayores a 1Tb de capacidad. La anterior configuración permitiría procesar áreas de +/- 30 km<sup>2</sup> de superficie.

### Referencias bibliográficas

- Agisoft LLC. (2018). Agisoft PhotoScan 1.4.5 [Software]. Recuperado de <https://www.agisoft.com/>
- Autodesk Inc. (2018). Autodesk ReCap Studio [Software]. Recuperado de <https://www.autodesk.com/products/recap/overview>
- Canavire-Bacarrea, G. y Zúñiga, N. G. (2015). Transferencias e impuesto predial en México, Revista (en línea). *economía* vol. 12 núm. 35, consultada por Internet el 11 de marzo del 2019. Dirección de internet: <http://www.scielo.org.mx/>.
- CartoData (2015). H. Ayuntamiento de los Cabos [Página Web]. Recuperado 19 marzo, 2019 de <http://www.catastroloscabos.gob.mx/>
- Erba, D. A. y Piumetto, M. A. (2017). Para leer el suelo urbano. Catastros multifinalitarios para la planificación y el desarrollo de las ciudades de América Latina. 113 Brattle Street, Cambridge, MA. Lincoln Institute of Land Policy. 52 pp.
- Gobierno del Estado de Quintana Roo. (2018). Decreto por el cual se crea el Instituto Geográfico y Catastral del Estado de Quintana Roo. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, de fecha 5 de enero de 2018. 18 pp.
- INEGI. (2012). Norma Técnica para la Generación, Captación e Integración de Datos Catastrales y Registrales Con Fines Estadísticos y Geográficos [PDF]. Recuperado 19 marzo, 2019, de [https://www.snieg.mx/DocumentacionPortal/Normatividad/vigente/Norma\\_Tecnica\\_Datos\\_Catastrales.pdf](https://www.snieg.mx/DocumentacionPortal/Normatividad/vigente/Norma_Tecnica_Datos_Catastrales.pdf)
- Manyoky, M., Theiler, P., Steudler, D., & Eisenbeiss, H. (2012). Unmanned Aerial Vehicle In Cadastral Applications. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-1-C22-57-2011>
- Pérez Morales Alfredo, Gil-Guirado Salvador y Olcina, Jorge. (2016). La información catastral como herramienta para el análisis de la exposición al peligro de inundaciones en el litoral mediterráneo español. Santiago de Chile, Chile: Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales.
- Pix4D SA. (2018). Pix4Dmapper [Software]. Recuperado de <https://www.pix4d.com/>
- Sánchez, G. M. de L., Nava, V. J.A. e Iturbe, P. A. (2013). Experiencias, programas de capacitación y transferencia de tecnología para la obtención de fotografías y videos a partir de vehículos aéreos no tripulados. Ponencia presentada en XX Reunión Nacional SELPER México. 21 al 25 de octubre de 2013, SLP, México.
- DJI. (2018). PHANTOM 4 PRO Especificaciones. Recuperado de <https://www.dji.com/mx/phantom-4-pro/info>
- Topcon Positioning Systems, Inc. (2012). GSX2 Operator's Manual [PDF]. Recuperado, de <http://www.sokkia.com.tw/upload/download/1708171738570000001.pdf>
- Topcon Positioning Systems, Inc. (2019). MAGNET Tools [Software]. Recuperado de <https://www.topconpositioning.com/magnet-software-suite/magnet-office-solutions/magnet-tools>

# ECOLOGIZACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE ELEMENTOS SUBACUÁTICOS EN LA FRONTERA MÉXICO-BELICE: RÍO HONDO, QUINTANA ROO

Klever A. Jiménez Ramos<sup>1</sup>, Cinthia Y. Peña Cardenete<sup>2</sup>,  
Dr. Juan C. Alcérreca Huerta<sup>3</sup> y Dr. Mariana E. Callejas Jiménez<sup>4</sup>

**Resumen-** El Río Hondo, frontera natural entre México y Belice, es el único río superficial del estado de Quintana Roo. La ecolocalización es ampliamente utilizada en distintas áreas del conocimiento, llegando hasta la identificación de elementos subacuáticos como organismos marinos (e.g. mamíferos marinos, peces), infraestructura y elementos antropogénicos. Con el uso del Sonar Humminbird 899 cxi HD se realizó un recorrido de aproximadamente 22 km desde la boca del Río Hondo, considerando cuatro estaciones de referencia a lo largo de éste. Resultados generales de la batimetría indican un promedio de profundidad del río de 9 metros. Se logró el reconocimiento de estructuras antropogénicas tales como embarcaciones hundidas, pilas de puente, así como organismos marinos incluyendo cardúmenes de peces, manatíes y diferentes relieves acuáticos a lo largo del río. Recomendaciones y limitaciones en el uso de esta técnica fueron observadas.

**Palabras claves-** Río Hondo, Frontera México-Belice, Ecolocalización, Estructuras antropogénicas, Mamíferos acuáticos.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de instrumentos indispensables para navegación, exploración, optimización de los recursos y actividades económicas, se ha consolidado con la implementación de nuevas técnicas de detección subacuática (Lopes et al., 2016; SINAC, 2016). En este contexto, se encuentran técnicas como el buceo especializado, cámaras subacuáticas operadas a distancia, sonares de barrido lateral, mono y multihaz, magnetometrías, perfiladores de subsuelo, tomografías eléctricas (Plets et al., 2011; Quinn et al., 2005), así como el uso de técnicas satelitales (Baeye et al., 2016). Los sonares, están fundamentados en el principio de la ecolocalización, permiten estimar la distancia entre objetos mediante el tiempo de retardo entre una señal sonora emitida y la recepción de su reflejo, lo que incrementa la precisión de los estudios batimétricos y análisis del relieve subacuático mejorando la descripción y caracterización de los diferentes cuerpos de agua (i.e. ríos, humedales, lagunas, mares y océanos) (Ávila-García et al., 2018; Sánchez, 2007; Ballester-Mora y García-Sala, 2010).

La aplicación de los sonares se extiende a la detección de organismos acuáticos como peces (Alcuri, 2017) y especies emblemáticas (González-Socoloske et al., 2009), con posibles impactos en la conservación y su interacción con actividades antropogénicas (i.e. pesca, infraestructura, energía, turismo) (Palafox-Muñoz y Zizumbo-Villarreal, 2009; Mirimin et al., 2011; Francisco y Sundberg, 2019). Áreas de alta biodiversidad están sometidas a una fuerte presión antropogénica, a pesar de la implementación de programas y planes de conservación, más aún cuando involucran límites políticos nacionales e internacionales. México y Belice comparten la frontera natural de Río Hondo, el cual desemboca dentro de los límites del área protegida “Santuario del Manatí” en Bahía de Chetumal, México, quedando excluido de acciones de conservación y motivando la escasez de estudios del medio físico y detección de organismos acuáticos como el manatí (*Trichechus manatus* Linnaeus, 1758).

En atención a la carencia de estudios en la zona, el objetivo del presente trabajo es evidenciar las capacidades de detección y reconocimiento de elementos subacuáticos (i.e. estructuras antropogénicas, organismos marinos) a través de la ecolocalización a lo largo del ambiente fronterizo México-Belice: Río Hondo.

<sup>1</sup> Klever Alexander Jiménez Ramos, alumno de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México. [klalex97@gmail.com](mailto:klalex97@gmail.com)

<sup>2</sup> Cinthia Yazmín Peña Cardenete, alumna de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México. [cinthiale9@gmail.com](mailto:cinthiale9@gmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Juan Carlos Alcérreca-Huerta, Investigador Cátedra CONACYT comisionado a El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, Quintana Roo, México. [jcalcerreca@conacyt.mx](mailto:jcalcerreca@conacyt.mx)

<sup>4</sup> Dra. Mariana Elvira Callejas-Jiménez, Académico en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chetumal, Quintana Roo, México (autor corresponsal). [mecallejas@ecosur.mx](mailto:mecallejas@ecosur.mx)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El estudio se desarrolló a lo largo del Río Hondo, desde la desembocadura y hasta una distancia aguas arriba de 22 km (próximo al poblado de Juan Sarabia), lo que representa ~10.5% de su longitud total (Figura 1). La cuenca del río es trinacional compartida entre México (42.7%), Belice (29.1%) y Guatemala (28.2%) (Benítez, 2008), y más del 50% de su curso representa la frontera natural entre México y Belice. El origen de Río Hondo está relacionado con el desarrollo de una fractura geológica (Bautista et al., 2005), conectada con la Bahía de Chetumal “Santuario del Manatí”.

El Río Hondo es el principal cuerpo de agua lóxico permanente de la Península de Yucatán, caracterizada por suelos kársticos de gran permeabilidad y la formación de corrientes subterráneas y cenotes. Su afluente es la conexión natural con otros cuerpos de agua (Espinoza-Sánchez, 2011), tales como el Brazo de Ucúm, la Laguna de Four Miles y el Río Chac, éste último conecta a su vez con las Lagunas de Bacalar y Mariscal. Para el presente trabajo se consideraron nueve transectos aguas arriba de la desembocadura del Río Hondo (Figura 1), dados por: T1-2: Boca; T2-3: R. Hondo; T3-4: Laguna Four Miles; T4-5: Sta. Elena; T5-6: Sta. Rosa; T6-7: R. Chac I; T7-8: Río Chac II; T8-9: Juan Sarabia; T9-10: Ucúm, considerados para el registro de la información.

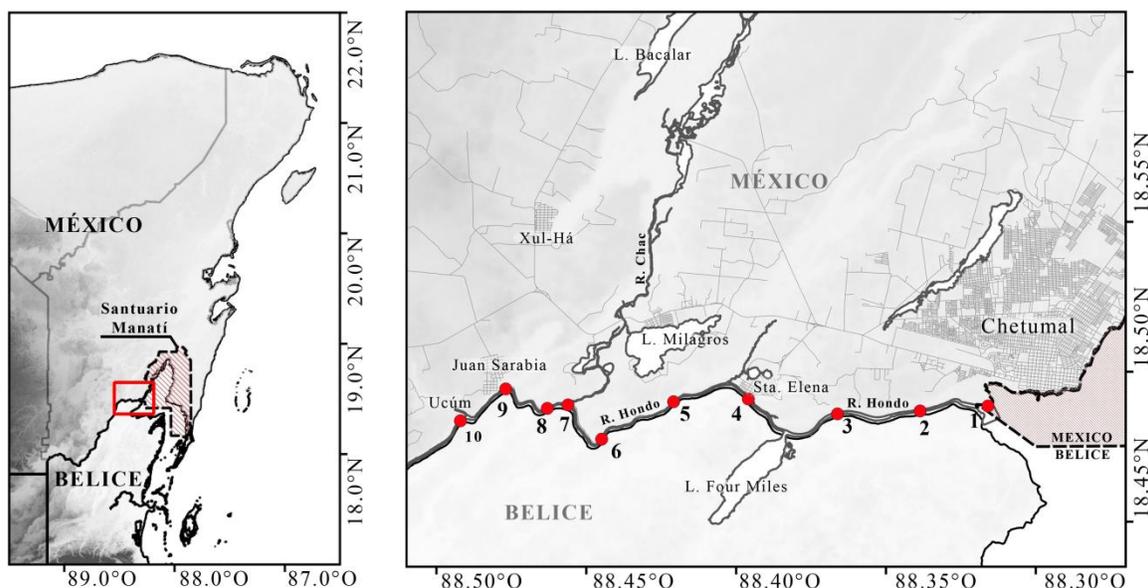


Figura 1. Área de estudio con Río Hondo como la frontera México-Belice así como localización del Santuario del Manatí, puntos límite de transectos analizados (1-10), cuerpos de agua y principales poblados.

### Descripción del Método

A partir de mediciones *in situ* para el mes de enero 2019 a lo largo de los nueve transectos sobre el Río Hondo, se realizó la estimación de las profundidades media, máxima y mínima, así como la identificación de los principales elementos subacuáticos observados en el área de estudio. Para ello, se empleó la ecosonda Humminbird 899 cxi HD SI, con frecuencia dual de 200/83/455 kHz y GPS integrado, cuyo sensor se montó en la parte posterior de una embarcación a una profundidad de ~0.70 m. La velocidad promedio de la embarcación para el muestreo fue de 7 km/h.

Para el procesamiento de las imágenes adquiridas y datos de profundidad, se utilizó el programa Sonar TRX9 (Sonar TRX, 2019), considerando los 3 canales de salida de la sonda asociados con la frecuencia y el ángulo máximo de proyección del haz acústico: i) Canal 1- 20°, 200 kHz, ii) Canal 2- 60°, 83 kHz y iii) Canal 3- 2x86°, 455 kHz (SI View: Side Image view) (Figura 2), lo que da como resultado una cobertura de 180°. Los pulsos de las señales acústicas se determinaron con un período de 5 s, y registros con duración de entre 15-30 minutos.

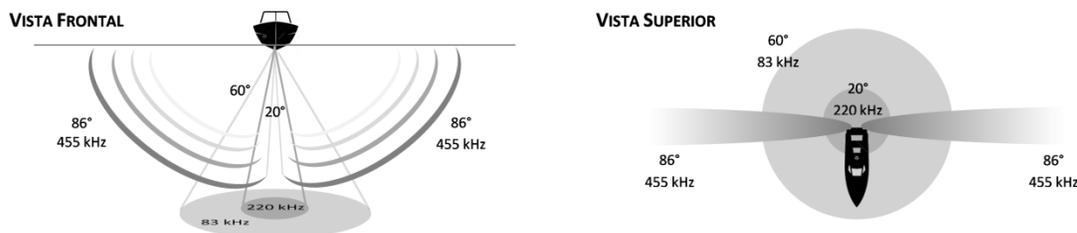


Figura 2. Canales de salida de la ecosonda: frecuencia y ángulos generados para la adquisición de imágenes.

Posteriormente, las imágenes fueron transformadas a formato KML, para la integración y superposición del mosaico por transecto sobre la proyección de imágenes satelitales del programa computacional Google Earth®. Sobre la proyección, se ubicaron e identificaron los principales elementos subacuáticos considerando el contraste de coloración, donde tonalidades más claras indican un terreno con tendencia a pendientes bajas y más somero, mientras que las tonalidades oscuras revelan cambios en la profundidad.

## RESULTADOS

La profundidad media de Río Hondo fue de 9.1 m, máxima de 14.9 m y mínima de 1.6 m, ésta última cercana a la desembocadura del Río. Se diferenciaron elementos del medio físico tomando en cuenta cambios batimétricos, caracterización de estructuras antropogénicas y presencia de organismos acuáticos (Cuadro 1). En la confluencia del Río Chac con Río Hondo (Cuadro 1a), se acentúa el cambio batimétrico representado en la imagen mediante el contraste de tonalidad claro-oscuro. Las zonas más oscuras denotan la interferencia de la vegetación circundante y no al cambio de profundidad, tal como se observa con el manglar en el Río Chac. Los cambios de profundidad son menores en el Río Chac (tonalidades claras) en comparación con el Río Hondo (tonalidades medias). Asimismo, en el cuadro 1b se muestra la unión de Río Chac y una laguna menor sin nombre toponímico. La nitidez de esta unión disminuye en función de la distancia respecto al sensor, lo cual se considera en el análisis de interpretación de las tonalidades de claro-oscuros. En ambas confluencias se hace explícita la delimitación de las riberas de los ríos y cuerpos de agua como resultado de los datos *in situ* (georeferenciados) en comparación con lo percibido en imágenes satelitales, donde la vegetación (i.e. mangle) dificulta su reconocimiento exacto.

Dentro de los elementos antropogénicos identificados se destacan las pilas del puente fronterizo México-Belice (18.494992°N, 88.400272°O), el cual proyecta una sombra rectangular con cinco cilindros equidistantes (Cuadro 1c). Otros elementos subacuáticos son dos embarcaciones localizadas a una profundidad de 9.2 m en las coordenadas 18.493485°N, 88.898017°O (Cuadro 1d), caracterizadas por: i) eslora total de ~11.8 m, manga de ~2.6 m, detectada a una distancia de 22.5 m del sensor; ii) eslora total de ~7.7 m, manga de ~1.5 m, detectado a una distancia de 21.1 m del sensor.

Para la observación de organismos acuáticos (e.g. manatí) se requirió la identificación y ubicación de los organismos en la profundidad, y su confirmación a través de la sombra proyectada sobre el fondo del río, la cual evidencia la forma característica de la aleta caudal y la curvatura del cuerpo del manatí (Cuadro 1e); i.e. análogo a la proyección en un plano lateral. En el cuadro 1c, se puede observar al manatí a una profundidad de entre 5 y 6 m.

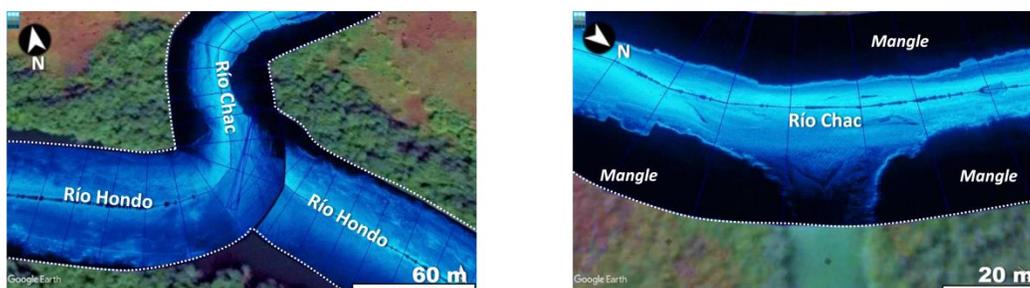
## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Uno de los principales resultados al interior de Río Hondo fue la documentación de la presencia del manatí más allá de los límites de la Reserva Estatal Santuario Manatí, reconocida por su importancia en la distribución de estos organismos para México y en la zona del Caribe (Morales-Vela et al., 2000).

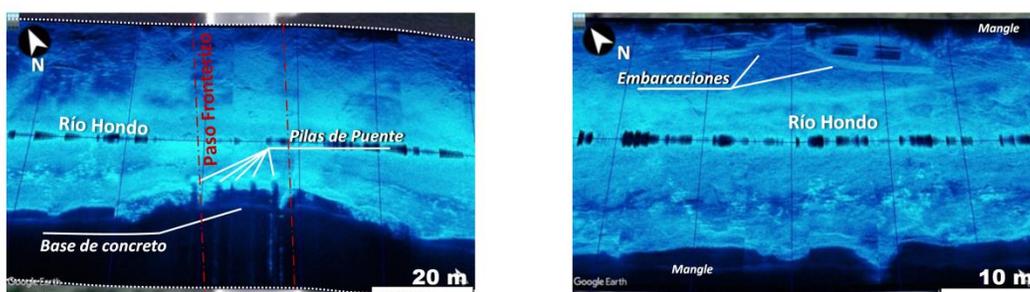
Por otro lado, se identificaron los elementos de la subestructura del paso fronterizo México-Belice (garita “Subteniente López”), como punto de partida para el monitoreo del estado general de la estructura, particularmente sobre los efectos que podría tener la erosión en las inmediaciones de las pilas y la base de concreto. Además, de la caracterización de las diversas conexiones entre los cuerpos de agua presentes a lo largo del área del de estudio.

## Caracterización de elementos del medio físico, antropogénicos y organismos

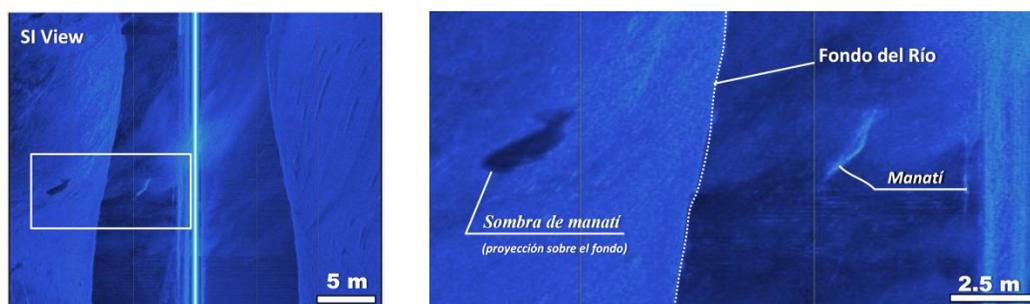
- a) Resultados de sondeos subacuáticos en confluencias de cuerpos y corrientes de agua de Río Hondo y Río Chac (panel izquierdo), y del Río Chac con una laguna (panel derecho).



- b) Infraestructura subacuática del paso fronterizo México-Belice (panel izquierdo) y pecios encontrados sobre el Río Hondo (panel derecho).



- c) Detección de manatí en las coordenadas 18.48877°N, 88.45588°O sobre Río Hondo (Hora de avistamiento: 11:58 hrs.)



Cuadro 1. Resultados de la proyección y superposición de imágenes obtenidas por medio del sonar en imágenes satelitales. Identificación de algunos de los principales elementos antropogénicos y organismos encontrados durante el muestreo.

La ecolocalización es una herramienta potente de fácil manejo, que se puede emplear a través de diversos equipos, tales como son los sonares, con la ventaja de almacenamiento y respaldo de la información para su posterior procesamiento. Sin embargo, para su utilización se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Adquisición: i) el sensor debe montarse en la embarcación a una profundidad superior a los 50 cm dentro de la columna de agua, con la finalidad de reducir el ruido de las propelas del motor de la embarcación; ii) la velocidad máxima para su uso no debe sobrepasar los 5 km/h, iii)
- Procesamiento: i) se recomienda el uso de un software especializado tal como Sonar TRX, pues no todo el software desarrollado para sonares, es compatible para la extracción de datos (i.e. mayormente

especializado en la visualización de la información); ii) el manejo de datos SI VIEW se desarrolla en transectos individuales con la posibilidad de analizar de forma independiente los tres canales de la ecosonda, los cuales se conjuntan en la generación de mosaicos y puede requerir una gran demanda computacional; iii) en algunos casos los datos de batimetría pueden referenciarse a un DATUM al considerarse otras técnicas de altimetría (e.g. GNSS-DGPS, Lidar).

- Interpretación: i) la distancia del objeto que se está caracterizando en relación al sensor debe ser considerada debido a la pérdida de definición y nitidez asociada a la generación de distorsión; ii) tanto la caracterización como identificación de los elementos en las imágenes requiere de destreza y una curva de aprendizaje por parte del analista.

Con base en lo anterior, estudios del medio acuático pueden verse fortalecidos al analizar conjuntamente elementos del medio físico y biológicos, naturales o antrópicos, al generar información base de posible utilidad para la implementación de planes de monitoreo, conservación y gestión de política pública. Por lo que es imperante desarrollar líneas de investigación que consideren el uso y aplicación de técnicas de localización acústica para un mejor conocimiento y entendimiento del medio acuático, como lo es Río Hondo y su relación directa con la Reserva Santuario Manatí, para una mayor trascendencia como frontera política natural México-Belice.

## REFERENCIAS

Alcuri, G. "Sonar biológico-elementos biofísicos y biomimétricos," *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 2007: 43-57.

Ávila García, P., J.L. Pablos Hach y C.M. Pelayo Moller, "Estudio sobre protección de Ríos, Lagos y Acuíferos desde la perspectiva de los Derechos Humanos," Ciudad de México: Unidad Académica de Estudios Regionales, 2018.

Baeye, M., Quinn, R., S. Deleu y M. Fettweis. "Detection of shipwrecks in ocean colour satellite imagery," *Journal of Archaeological Science*, Vol. 66, 2016: 1-6. DOI: 10.1016/j.jas.2015.11.006.

Bautista F., G. Palacio-Aponte, M. Ortiz-Pérez, E. Batllori-Sampedro y M. Castillo-González. "El origen y el manejo maya de las geoformas, suelos y aguas en la Península de Yucatán," en F. Bautista y G. Palacio (Eds.) *Caracterización y Manejo de los Suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología, México, 2005.

Ballester Mora, L. y D. García Sala. "Estudio Batimétrico con Ecosonda Multihaz y clasificación de fondos," Proyecto Final de Carrera, Universitat Politècnica de Catalunya, España, 2010.

Benítez, J. A. "Situación actual de las cuencas de los ríos Candelaria y Hondo," *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*, SEMARNATINE, Fundación Gonzalo Arronte, 2008: 203-209.

Francisco, F. y J. Sundberg. "Detection of Visual Signatures of Marine Mammals and Fish within Marine Renewable Energy Farms using Multibeam Imaging Sonar," *J. Mar. Sci. Eng.*, Vol. 7, No. 22, 2019. DOI:10.3390/jmse7020022

González-Socoloske, D., L. Olivera-Gómez, R. Ford. "Detection of free-ranging West Indian manatees *Trichechus manatus* using side-scan sonar," *Endanger. Species Res.*, Vol. 8, 2009: 249-257. DOI:10.3354/esr00232.

Mirimin, L., R. Miller, E. Dillane, S.D. Berrow, S. Ingram, T.F. Cross, E. Rogan. "Fine-scale population genetic structuring of bottlenose dolphins in Irish coastal waters," *Anim. Conserv.* Vol. 14, 2011: 342-353. DOI:10.1111/j.1469-1795.2010.00432.x

Plets, R., R. Quinn, W. Forsythe y K. Westley. "Using Multibeam Echo-Sounder Data to Identify Shipwreck," *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 40, No. 1, 2011: 87-98. DOI: 10.1111/j.1095-9270.2010.00271.x

Quinn, R., Dean, M., Lawrence, M., S. Liscoe y D. Boland. "Backscatter responses and resolution considerations in the domestic pig I: biological factors," *Journal of Archaeological Science*, Vol. 32, 2005, 1252-1264. DOI:10.1016/j.jas.2005.03.010

Lopes, M.S., Pereira Bertucci, T. C., Rapagnã, L., Almeida Tubino, R., Monteiro Neto, C., Gomes Tomas, A., ..., O. Aguilera Socorro. "The Path towards Endangered Species: Prehistoric Fisheries in Southeastern Brazil," *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 6, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0154476

Morales-Vela, B., Olivera-Gómez, L.D., Reynolds, J.E., Rathbun, G.B. "Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, México," *Biological Conservation*, Vol. 95, No. 1, 2000: 67-75. DOI: 10.1016/S0006-3207(00)00009-4.

Palafox-Muñoz, A. y L. Zizumbo Villarreal, "Distribución territorial y turismo en Cozumel, Estado de Quintana Roo, México," *Gestión Turística*, No. 11, 2009. ISSN-e 0717-1811.

Espinosa Sánchez, J. M. "Arte e Historia en el sur colonial de Quintana Roo, siglos XVI-XVIII," Plaza y Valdés Editores, Universidad de Quintana Roo (UQRoo), 2011: 200.

Sánchez, O. "Ecosistemas acuáticos: diversos, procesos, problemática y conservación. Los escenarios acuáticos," en O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (eds.) *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*, Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales- Instituto Nacional de Ecología-United States Fish & Wildlife Service - Unidos para la Conservación A.C.- Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Cap. 11, 2007: 11-36.

SINAC. "Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las agregaciones de mamíferos acuáticos," Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), San José, Costa Rica, 2016, 55.

Sonar TRX. "SONAR TRX", Leraand Engineering Inc., 2017, consultado por Internet el 12 de marzo de 2019. Dirección de internet: <http://www.sonartrx.com/web/>

## NOTAS BIOGRÁFICAS

**Klever Alexander Jiménez Ramos** actualmente cursa el 8°. Semestre de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México. Participó en el Olimpiada Municipal de Othón P. Blanco (2014), quedando en 3<sup>er</sup> lugar. Sus áreas de interés son la genética y evolución. Realiza su servicio social en el Centro de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de "El Colegio de la Frontera Sur" (ECOSUR).

**Cinthia Yazmín Peña Cardenete** es alumna del 8°. Semestre de la Licenciatura en Biología del Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México. Actualmente realiza su servicio social en el Centro de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de "El Colegio de la Frontera Sur" (ECOSUR).

El **Dr.-Ing. Juan Carlos Alcérreca-Huerta** es investigador Cátedra del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), comisionado al grupo de Oceanografía de ECOSUR bajo el proyecto "Monitoreo de la dinámica de la zona costera y oceánica del sur del Golfo de México y Mar Caribe". Actualmente miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I.

La **Dra. Mariana Elvira Callejas-Jiménez** actualmente se desempeña como técnico académico titular en el grupo de Zooplancton y Oceanografía del Departamento de Sistemática y Ecología Acuática. La Dra. Callejas-Jiménez se desenvuelve en el campo de la Oceanografía Costera al integrar procesos físicos-biológicos con especialidad en la aplicación de técnicas de percepción remota asociados a productividad primaria, florecimientos algales, cambios globales y acidificación de los océanos.

# Diseño de un sistema de adquisición de señales bioeléctricas aplicadas a una prótesis de mano

Dr. César Felipe Juárez Carrillo<sup>1</sup>, Rodríguez Flores Dulce Saraí<sup>2</sup>,  
Vázquez Martínez Heriberto<sup>3</sup>, Dr. García Trinidad Enrique<sup>4</sup>, Dr. Martínez Martínez Jesús<sup>5</sup>  
y Dra. Valdez Fuentes Marlen<sup>6</sup>

**Resumen—** Gracias a la creciente implementación de la Ingeniería mecatrónica en diferentes campos como la medicina, se realiza un circuito electrónico cuya finalidad es la adquisición de señales bioeléctricas, las cuales son resultado de la actividad eléctrica generada por la actividad muscular. Aunque el circuito a diseñar puede ser utilizado para la adquisición de las señales ECG (electrocardiográfica) de cualquier músculo esquelético superficial, el proyecto este centrado en la adquisición de señales EMG (electromiográficas) de los músculos del antebrazo responsables del movimiento de la mano debido a su aplicación en el análisis biomecánico para el desarrollo de prótesis de manos robóticas que tienen como fin principal suplir las actividades de prensión y tacto de la mano humana. Bajo este esquema, se realiza además el diseño de una mano mecánica que contempla la estructura funcional de la misma.

**Palabras clave—** prótesis de mano, señales electromiográficas, filtros pasa banda ,amplificadores.

## Introducción

La mano humana realiza funciones como la aprensión y el tacto, las cuales permiten un movimiento o una manipulación. La pérdida de una extremidad puede ser gravemente la vida de una persona. Después de la Segunda Guerra Mundial, iniciaron los primeros proyectos de ingeniería para el desarrollo de miembros artificiales. En México existe 7.1 millones de mexicanos con algún tipo de discapacidad y por esta razón no pueden realizar sus actividades diarias. Debido a esto, en las últimas décadas se han creado multitud de aparatos, en muchos casos de gran complejidad, capaces de satisfacer estas necesidades. Las prótesis se hicieron de tal manera que se adaptaron a la fisiología humana y fueron controladas por la actividad eléctrica generada por los músculos para mejorar la calidad de vida al realizar varias tareas rutinarias. Las señales eléctricas generadas por la actividad muscular, son conocidas como señales electromiográficas (EMG) o mioeléctricas y se producen durante la contracción muscular. Se han desarrollado aparatos capaces de tomar en tiempo real muestras de la actividad eléctrica de zonas tan especializadas como el cerebro o el corazón logrando grandes avances de la ciencia [1]. Tomando como base los instrumentos antes mencionados, capaces de medir las señales eléctricas generadas por el sistema nervioso humano el siguiente trabajo está enfocado en el diseño mecánico de un grípper en su primera etapa y el desarrollo de un sistema de obtención de señales bioeléctricas que contempla la realización de una placa de circuito impreso (PCB) capaz de realizar la adquisición, el acondicionamiento inicial, la digitalización y la graficación de estas señales para su posterior registro y análisis. Se discutieron las características de los diseños mecánicos y electrónicos. La tarea más crítica es la medición y clasificación de las señales de EMG, ya que muchos factores externos pueden influir en la captura, como la calidad de contacto entre la piel y el electrodo.

## MÉTODO Y MATERIALES

El circuito de adquisición de señales usa el amplificador de instrumentación INA106, y el amplificador TL084 para la inversión y amplificador operacional de entrada de bajo ruido TL074. Se utilizó un protoboard para su montaje de manera inicial. Más adelante, se fabricó la placa PCB. La metodología utilizada se basó en la adquisición de la señal

<sup>1</sup> El Dr. Juárez Carrillo Cesar Felipe es Profesor de *sistemas robóticos y Mecatronicos* en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, Mexico. [cesarjuarez@hotmail.com](mailto:cesarjuarez@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Alumna Rodríguez Flores Dulce Saraí es Alumna de *Ingeniería Mecatrónica* en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México [JuniorDulce2@gmail.com](mailto:JuniorDulce2@gmail.com).

<sup>3</sup> El Alumno Vázquez Martínez Heriberto es *Alumno de Ingeniería Mecatrónica* en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México [heribertoanaidsh2017@hotmail.com](mailto:heribertoanaidsh2017@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. García Trinidad Enrique es Profesor de *sistemas robóticos y Mecatronicos*, en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México [e.n@live.com.mx](mailto:e.n@live.com.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Martínez Martínez Jesús es Profesor de *sistemas robóticos y Mecatronicos*, en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México [Jesmtzmtz@hotmail.com](mailto:Jesmtzmtz@hotmail.com)

<sup>6</sup> La Dra. Valdés Fuentes Marlen es Profesora en *el área de fisiología*, en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México [marlen\\_valdez@yahoo.com.mx](mailto:marlen_valdez@yahoo.com.mx)

EMG. Se diseñó el prototipo de la prótesis en software CAD de manera preliminar en este trabajo. Se pretende den un futuro con los dimensionamientos básicos su impresión 3D en plástico y resina.

## **PROTOTIPO DE LA PRÓTESIS DE MANO**

La mano es el miembro superior, del ser humano, y es la extremidad más distal del miembro superior dotadas para realizar diferentes movimientos gracias a la acción de diferentes músculos que rodean al hueso y los diferentes ligamentos que se utilizan para la sujeción de los mismos se encuentran en los extremos de los antebrazos y abarcan desde la muñeca hasta la yema de los dedos, permite realizar múltiples movimientos y acciones necesarias para la supervivencia y relación con el medio ambiente. La mano humana se compone de 27 huesos divididos en tres grupos: el carpo, los metacarpianos y las falanges, se conecta a la muñeca a través de la palma y está dotada de veinte GDL (grados de libertad) accionados por cerca de cuarenta músculos [2]. Para este trabajo se utilizó un solo grado de libertad en el diseño de un sistema mecánico tipo gripper

El prototipo se diseñó para fijar a la parte restante de la extremidad del paciente, es anatómico y ergonómicamente adecuado. El ángulo de apertura es proporcional a la amplitud de la señal capturada y su duración. Por lo tanto, cuanto mayor sea la señal generada a través de la contracción muscular, mayor será la velocidad de apertura de la prótesis.

### ***DISEÑO MECÁNICO***

La mano humana es compleja de replicar en su desempeño y característica. El diseño de esta prótesis consiste en desarrollar una mano artificial que replica a la mano humana en su estructura fundamental como son peso, dimensiones y número de dedos, En este trabajo se empezó por la forma más simple de funcionamiento que corresponde a un dedo junto con el pulgar. Esta condición puede ser representada por un gripper en su modelo primario con un solo grado de libertad y su diseño en software CAD [3]. Los pasos que se efectuaron fue la selección de la fuerza necesaria para transportar el peso a cargar, la distancia del punto de agarre y la fuerza necesaria aplicada al dedo.

### ***DISEÑO ELÉCTRICO***

Para explicar a detalle el concepto de lo que interviene en la definición de una señal bioeléctrica debe comprenderse desde la parte biológica que refiere desde el mismo proceso biológico hasta la obtención pura de la señal bioeléctrica la cual es el objetivo principal del presente trabajo. La célula encargada de producir los impulsos eléctricos es la neurona que en conjunto con las células nerviosas conforman unas de las células más importantes, la cual tiene la función principal del manejo de los músculos además de la recepción de las diversas señales provenientes del exterior como el envío de las mismas a los músculos, ya que las neuronas son las encargadas de coordinar los movimientos de las extremidades del cuerpo además de que su especialidad es la recepción el procesamiento y el envío de información mediante diversos procesos químicos y eléctricos que están principalmente ligados a su membrana plasmática. Estas funciones no las puede realizar una célula solamente, sino que existe una comunicación entre diversos grupos de neuronas conectadas entre sí, que en conjunto forman un circuito. Las neuronas se comunican entre ellas mediante unas especializaciones entre sus membranas celulares llamada sinapsis gracias a los cuales se forman las redes neuronales [4]. Algunas células neuronales se comunican con las células musculares mediante la sinapsis llamada placa motora. En una unidad motora se pueden encontrar desde pocas de estas fibras musculares que (se utilizan para movimientos precisos como el de un ojo o un dedo) hasta miles de ellas para el movimiento de grandes músculos que contiene el cuerpo humano. Una vez que esta señal eléctrica ha llegado a las fibras musculares controladas por la neurona motora, estas se contraen o relajan que en consecuencia se genera un movimiento armónico de las extremidades o músculos. Estas reacciones químicas consisten en el intercambio de iones entre la célula y otras sustancias capaces de polarizar y despolarizar la unión entre la fibra del musculo y la neurona, generando la acción denominada diferencia de potencial, que puede ser medida en algunos casos ya que depende de diferentes factores para que se produzca dicha diferencia de potencial, incluso en la superficie de la piel sería compleja la obtención de la actividad eléctrica ya que todo esto depende de diversos aspectos que influyen en la captación de la señal, ya que se posee diferentes tipos de sensibilidad con respecto a las diferentes partes del cuerpo y diferentes entornos biológicos. Para que se produzca una diferencia de potencial se necesitan reacciones químicas en las cuales influyen diferentes proteínas con las que cuenta una célula tanto en su interior como el exterior, además del intercambio de proteínas que realiza la célula para obtener un potencial de acción considerable la célula debe de tener Las señales de EMG se miden en la superficie de la piel, en un punto que está cerca de un músculo en funcionamiento del brazo amputado [5]. Una señal bioeléctrica es la señal eléctrica producida por la superposición de todas las señales eléctricas creadas por las diversas unidades motoras que están en contacto con un transductor especializado para la captura de

las mismas, llamado comúnmente electrodo. Esta señal puede ser registrada y analizada en un lapso de tiempo, dando lugar a una señal de “electromiografía” o EMG [6]. Un electrodo para EMG no es sino un transductor capaz de captar las corrientes eléctricas generadas por un músculo, para su posterior transmisión mediante un cable coaxial hasta un punto designado. Esto ha de realizarse de forma eficiente, seleccionando, por lo tanto, un electrodo capaz de minimizar cualquier tipo de interferencia no deseada lo máximo posible sin interferir en la señal útil por lo cual se optó por el utilizar electrodos 3m los cuales destacan por su impedancia además de ser electrodos superficiales y como requisito básico para la realización de este proyecto. Las señales biológicas producidas por los músculos no pueden ser tomadas y analizadas tal cual. Al tratarse de diferencias de potencial muy pequeñas, de órdenes que van desde los uV hasta unos pocos mV, estas deberán ser debidamente acondicionadas mediante filtros que eliminen las bandas de frecuencia.

Los amplificadores operacionales también llamados Op-Amp son utilizados para la amplificación de las señales que proviene de los circuitos sensores. El amplificador esta descrito por la ecuación 1 que se muestra a continuación:

$$e_0 = K(e_2 - e_1) = -K(e_2 - e_1) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde  $e_1$  y  $e_2$  son las entradas las cuales  $e_0$  es una entrada la cual esta invertida y la entrada  $e_2$  hacia la terminal positiva no lo está, las entradas pueden contener señales de cd o ca. En el Op-Amp ideal no fluyen corrientes en las terminales de entrada y el voltaje de salida no se ve afectado por la carga conectada a la terminal de salida.

La adquisición de las señales se realizó mediante un amplificador de instrumentación INA106 el cual posee las características de baja perturbación a factores externos con el cual se realizó la adquisición de la señal primaria. Se muestra el diagrama esquemático en la figura 1.

En la figura 2, se muestra la etapa siguiente que consiste en la inversión de la señal donde se utilizó el amplificador TL084 con un arreglo de resistencias el cual reduce el ruido del amplificador como se recomienda la hoja de datos del componente.

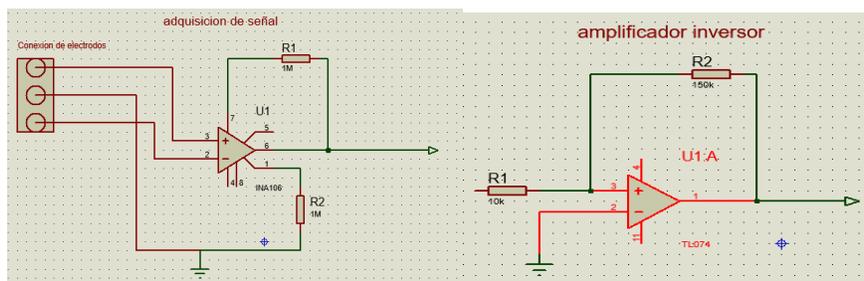


Fig.1 Adquisición de datos

Fig.2 Amplificador inversor

La tercera etapa consiste es un filtro pasa altas, el acondicionamiento de la señal depende del filtro pasa altas con características muestra otro arreglo de resistencias como se muestra el la figura 3.

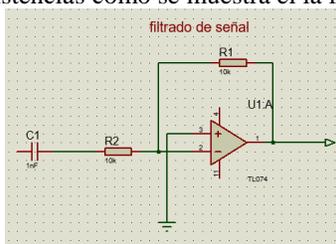


Fig.3 Amplificador pasa altas

La cuarta etapa consiste en la rectificación de la señal y consiste en pasarla al dominio positivo, cuenta con dos diodos que son los encargados de rectificar la señal y evitan que retorne la señal, como se muestra en la figura 4. La quinta etapa consiste en un arreglo de capacitor resistencia la cual se encarga del suavizado de la señal ya trasladada a el dominio del voltaje positivo además de eso la señal sale con una menor cantidad de ruido.

La inversión final de la señal consiste en elevar o amplificar un mayor voltaje la cual sea legible para el controlador además de eso la cual puede ser regulable mediante un potenciómetro, ya que nuestro controlador solo se enfoca en tomar lecturas en un rango de 1 volt hasta el límite de lectura del mismo y se muestra en la Figura 6.

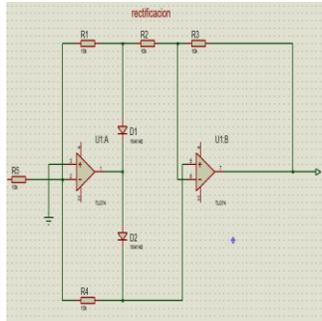


Fig.4 Rectificador

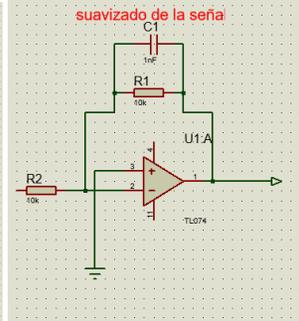


Fig.5 Suavizado de señal

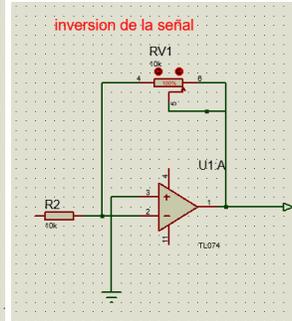


Fig. 6 Inversión de la señal

## RESULTADOS

La adquisición de señales mioeléctricas con el circuito realizado se graficó mediante software de simulación, donde se puede apreciar en la figura 7, los diferentes impulsos que capta el circuito electrónico, los valores que se adquieren van desde 1 volt hasta los 4.5 volts ya que gracias a nuestro circuito de amplificación se obtiene un mayor voltaje para obtener una menor cantidad de variación en los detectados de valores de voltaje.

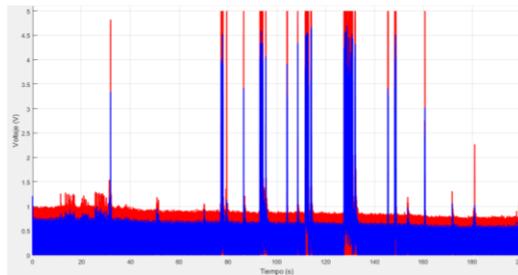


Fig. 7 Inversión de la señal

En la figura 8, se representa los movimientos de contracción y relajación de los músculos ya que se puede observar el potencial de acción o también llamado impulso eléctrico que ocurre cuando se da una contracción o relajación del musculo. Los impulsos generados por el musculo mostrados en el grafico resaltan la actividad que tiene nuestro musculo del antebrazo por lo que los valores indicados en el grafico servirán para el manejo de la apertura y cierre del gripper, los datos siguientes se obtuvieron mediante el serial de la tarjeta Arduino. En la figura 9, se muestra el circuito PCB desarrollado.

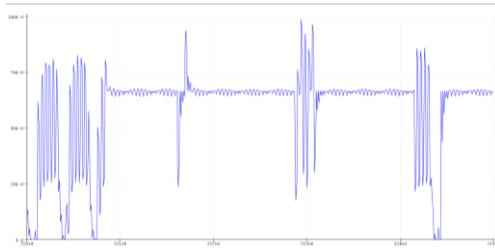


Fig. 8 EMG de los músculos

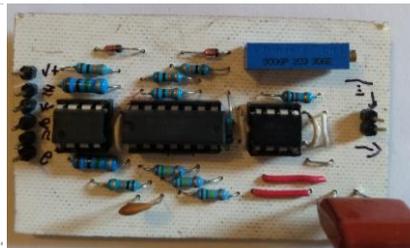


Fig. 9 PCB

Se muestran en las figuras 10, 11, 12 y 13 el análisis de esfuerzos en software, para su posterior impresión en impresora 3D. En la figura 15 se muestra el diseño de prótesis en CAD

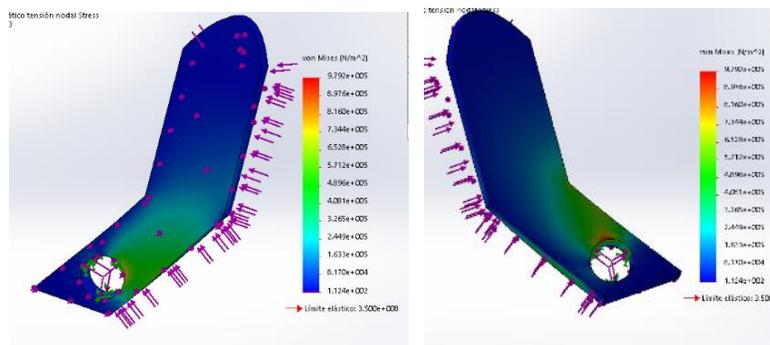


Fig.10 Índice pulgar y sus esfuerzos Fig.11 Dedo pulgar esfuerzos

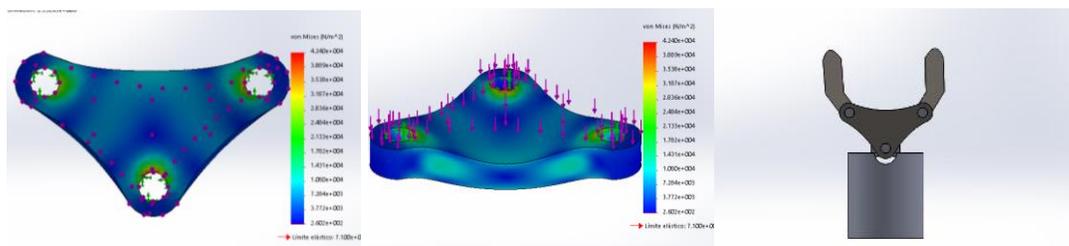


Fig. 13. Palma de la prótesis de mano Fig.14 Esfuerzos de la palma en los pernos Fig. 15 Prótesis

### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación, se diseñó un sistema que permite la medición de las señales de EMG, y que muchos factores externos pueden influir en la captura, como la calidad de contacto entre la piel y el electrodo.

Después de utilizar inicialmente protoboard para el diseño electrónico, se desarrollo el circuito en PCB.

El usuario puede elegir si la señal mioeléctrica debe utilizarse para abrir o cerrar la prótesis, y el retorno al estado de reposo es involuntario. Algunas limitaciones pueden atribuirse a la condición electrónica y mecánica actual del proyecto

### Conclusiones

La discapacidad puede afectar a cualquier persona, existe casos en los que nacen sin una extremidad y otros casos donde la gente pierde una mano a lo largo de su vida. La mano es mecanismo que ayuda a la persona que no tiene una de sus extremidades a recuperar la sensación de una mano normal

Este artículo presenta el estado actual del diseño de una prótesis biomecánica para la rehabilitación de amputados de mano.

Los trabajos futuros contemplan el desarrollo y construcción de la prótesis y la instrumentación de la misma.

### Recomendaciones

Este trabajo es el primer paso en el desarrollo de prótesis accionadas con señales bioeléctricas.

### Referencias

- [1] Skyler A. Dalley, Student Member, Daniel A. Bennett, Student Member and Michael Goldfarb, Member, Functional Assessment of the Vanderbilt Multigrasp Myoelectric Hand: A Continuing Case Study
- [2] M.C. Carrozza1, G. Cappiello, L. Beccai, F. Zaccone1, S. Micera1, P. Dario “ Design Methods For Innovative Hand”
- [3] D. J. Atkins, D. C. Y. Heard, and W. H. Donovan, "Epidemiological overview of individuals with upper-limb loss and their reported research priorities," Journal of Prosthetics and Orthotics, vol. 8, pp. 2-10, 1996.
- [4] E. Biddiss, D. Beaton, and T. Chau, "Consumer design priorities for upper limb prosthetics," Disability & Rehabilitation: Assistive Technology, vol. 2, pp. 346-357, 2007.
- [5] C. Cipriani, M. Controzzi, and M. C. Carrozza, "Objectives, criteria and methods for the design of the SmartHand transradial prosthesis," Robotica, vol. 28, pp. 919-927, 2010.
- [6] Y. Losier, A. Clawson, A. Wilson, E. Scheme, K. Englehart, P. Kyberd, and B. Hudgins, "An Overview of the UNB Hand System," in Myoelectric Controls/Powered Prosthetics Symposium, Fredericton, New Brunswick, Canada, 2011, pp. 251-254.
- [7] Thomson Richard F., "bioelectric Recording Techniques," Academic Press, Newyork 1973.

### Notas Biográficas

**El Dr. Cesar Felipe Juárez Carrillo.** Recibió el grado de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Actualmente es profesor investigador adscrito al Tecnológico Nacional de México, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica. Sus áreas de intereses son: La teoría de control, sistemas biomecánicos, control moderno aplicado a fluidos térmicos y sistemas Mecatrónicos.

El Alumno **Vázquez Martínez Heriberto.** Es Alumno de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México

La Alumna **Dulce Sarai Rodríguez Flores.** Es alumna del Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Actual mente se encuentra realizando un proyecto de investigación.

**El Dr. Enrique García Trinidad.** Es profesor adscrito de Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan y en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez en el Estado de México. Es Candidato a Investigador en el Sistema Nacional de Investigadores. Es miembro de la IEEE Robotics and Automation Society y de la IEEE Computational Intelligence Society. Terminó sus estudios de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Ha publicado 9 artículos a nivel nacional e internacional.

**El Dr. Jesús Martínez Martínez.** Recibió el grado de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Actualmente es profesor investigador adscrito al Tecnológico Nacional de México, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica. Sus áreas de intereses son: La teoría de control, los observadores lineales y no lineales, sistemas dinámicos, sistemas Mecatrónicos y sincronización de sistemas robóticos.

**La Dra. Valdés Fuentes Marlen.** Recibió el grado de Doctora en Ciencias en la facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente es Profesora en el área de fisiología, en la Universidad Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan, México

# Diseño y construcción de una plataforma didáctica compuesta por un robot manipulador de configuración SCARA

Luis Arturo Jurado Gutiérrez<sup>1,3</sup>, Dr. Jesús Martínez Martínez<sup>1</sup>  
Ing. Marco Antonio Santos Santiago<sup>2</sup>, Dr. Enrique García Trinidad<sup>1</sup>, Dr. Cesar Felipe Juárez Carrillo<sup>1</sup>

**Resumen**— A través de los años el uso de la robótica se ha incrementado considerablemente en diferentes campos, principalmente en el industrial para aumentar la calidad y la producción de distintos productos. Es por esto que se desarrolló y se construyó un prototipo didáctico de un robot manipulador de tres grados de libertad de configuración Selective Compliance Assembly Robot Arm por sus siglas en inglés “SCARA” para el uso en los laboratorios de ingeniería el cual utiliza programación de alto nivel, tarjetas de transmisión y adquisición de datos así como una interfaz gráfica para su manipulación.

## Introducción

(Kumar Saha 2010), menciona que un robot es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para mover materiales, partes, herramientas o dispositivos especializados a través de movimientos programados para la ejecución de una variedad de tareas. Durante los últimos años, la robótica no solo ha incursionado en la industria, centros de investigación, universidades, hospitales y/o realizando tareas domésticas en el hogar. Esta se puede considerar una de las áreas tecnológicas con más auge en la actualidad, fundamentada en el estudio de sistemas compuestos por mecanismos que le permiten realizar tareas específicas programables. Hoy en día existen fábricas completamente automatizadas mediante Robots manipuladores, (Reyes Cortes 2011).

Por otra parte, la robótica ha tomado un papel importante en la educación. La forma de enseñar ya no es la misma que hace algunos años, los métodos de enseñanza y aprendizaje han evolucionado, donde el centro de la educación ya no es el conocimiento sino el desarrollo de competencias en los estudiantes. En el artículo publicado por (Luna Gallegos, 2017), se realiza un estudio sobre el uso de la robótica en el ámbito educativo, menciona que existen diferentes investigaciones donde se demuestra que un robot asistente pedagógico puede mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Por otra parte (Mesa Mesa, 2012), menciona que el grupo GIRA-UPTC materializa una propuesta educativa innovadora, que involucra a estudiantes del semillero de investigación y de educación básica, con el fin de formar nuevos investigadores, en donde los sujetos cognoscentes involucrados en la investigación, logren desarrollar conceptualizaciones que les permitan abordar problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología, también mencionan que para alcanzar estos fines, se propone como instrumento didáctico por el uso de la tecnología materializada mediante actividades lúdicas con robots educativos como área transversal, en la que se puedan integrar y materializar conocimientos abordados en otras áreas de formación de la educación básica a las que acceden los estudiantes.

(Barrera Lombana, 2015), menciona que una de las primeras manifestaciones de la ingeniería educativa, se conoce como “robótica educativa”, que tiene por objeto poner en juego toda la capacidad de exploración y de manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa. Por otra parte (Márquez D, 2014), dice que la robótica pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología, las ciencias de la información, la comunicación, entre otras.

La práctica con robots es una manera tangible de interactuar con tecnología dado que obliga al alumno a pensar, por ejemplo, en qué tipo de orden debe programar para que el robot haga un movimiento específico (Miguel Revuelta, 2015). Asimismo, la robótica educativa promueve un nuevo formato de acercamiento al conocimiento, de una forma más próxima a la realidad de los estudiantes, permitiéndoles problematizar elementos del entorno para lograr un aprendizaje más complejo y significativo; e incluso reivindicando el valor de la diversidad al buscar diferentes soluciones o alternativas a un mismo problema. A su vez, le permite al estudiante ir de lo abstracto a lo concreto. Por lo que se promueve al estudiante el trabajo con otros en una construcción activa y colaborativa del

<sup>1</sup> Luis Arturo Jurado Gutiérrez, el Dr. Jesús Martínez Martínez, el Dr. Enrique García Trinidad y el Dr. Cesar Felipe Juárez Carrillo están adscritos al Tecnológico Nacional de México en el Tecnológico de Estudios Superiores Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica

<sup>2</sup> El Ing. Marco Antonio Santos está adscrito al Tecnológico Nacional de México en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Industrial.

<sup>3</sup> Autor correspondiente. [arturo.jurgtz@gmail.com](mailto:arturo.jurgtz@gmail.com)

Conocimiento (Facundo Benavides, 2013).

A pesar de las investigaciones previas sobre el uso de robots en aulas académicas, centros de capacitación, etc., aún queda mucho que aportar, ya que las asignaturas relacionadas con la robótica no incluyen en su contenido la enseñanza de un lenguaje de programación y las sesiones de prácticas se encuentran cada día más restringidas, asociadas a un contenido teórico que deja poco margen a unificar conocimientos prácticos entre los alumnos.

Para su mayor comprensión, el presente artículo está dividido en tres secciones, la primera se describe los métodos que se utilizaron para calcular las cinemáticas del robot manipulador, en la segunda sección se encuentra una breve descripción de la interfaz que se utiliza para controlar el manipulador, en la tercera sección se hace una descripción del proceso de ensamble del manipulador. Finalmente, se agrega un apartado de comentarios finales y notas biográficas.

### Modelos cinemáticos del robot manipulador

La cinemática del robot estudia el movimiento del mismo con respecto a un sistema de referencia. Así la cinemática se interesa por la descripción analítica del movimiento espacial del robot como una función del tiempo y en particular por las relaciones entre la posición y la orientación del extremo final del robot con los valores que toman sus coordenadas articulares.

#### Cinemática directa

En la cinemática directa, las posiciones de las articulaciones ya están determinadas y el problema radica en encontrar la configuración del efector final, existen dos métodos para determinar la cinemática del manipulador estos son “rotaciones y traslaciones” y el segundo es el “método de Denavit-Hatemberg”.

#### Rotaciones y Traslaciones

Ecuación general de rotaciones y traslaciones:

$$X_0^n = X_0^{n-1} + R_0^{n-1} X_{n-1}^n \quad (1)$$

Se identifica los parámetros del robot manipulador en el plano mostrado en la Figura 1.

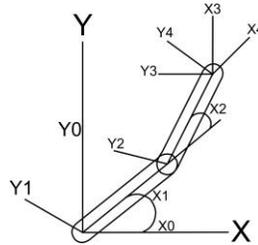


Figura 1: Vista superior del manipulador SCARA

Tomando en cuenta la Figura 1, se desarrolla a continuación la cinemática directa del manipulador por el método de rotaciones y traslaciones (1):

$$X_0^n = X_0^{n-1} + R_0^{n-1} X_{n-1}^n \quad (2)$$

$$n = 4$$

$$X_0^4 = X_0^3 + R_0^3 X_3^4$$

$$X_0^3 = X_0^2 + R_0^2 X_2^3$$

$$X_0^2 = X_0^1 + R_0^1 X_1^2$$

$$X_0^4 = X_0^1 + R_0^1 X_1^2 + R_0^2 X_2^3 + R_0^3 X_3^4 \quad (3)$$

Donde  $R_z$  esta determinada como:

$$\begin{pmatrix} \cos\theta_i & -\sin\theta_i & 0 \\ \sin\theta_i & \cos\theta_i & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Sustituyendo en la ecuación general y utilizando la propiedad  $R_z\theta R_z\beta = R_z(\theta + \beta)$  se obtiene lo siguiente:

$$X_0^4 \begin{pmatrix} a_1 \cos\theta_1 \\ a_1 \sin\theta_1 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ a_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -d_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Por lo tanto la posición y orientación del efector final está dada:

$$X_0^4 = \begin{pmatrix} a_1 \cos \theta_1 + a_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ a_1 \sin \theta_1 + a_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ -d_3 \end{pmatrix} \quad (6)$$

*Parámetros Denavit-Hartenberg*

Este método ofrece un procedimiento sencillo para obtener el modelo cinemático directo cuya estructura queda en término de las transformaciones homogéneas. En la metodología Denavit-Hartenberg, se describe la convención para asignar a los sistemas de referencia cartesianos asociados a los eslabones del robot.

*Pasos para obtener los parámetros Denavit-Hartenberg y la cinemática directa*

- Se localiza y etiqueta los ejes en las juntas  $Z_0, \dots, Z_{n-1}$ . Para  $i = 1, \dots, n - 1$
- Si  $Z_i$  y  $Z_{n-1}$  son paralelas, localiza el origen  $O_i$  en la junta  $i$ . Si  $Z_i$  y  $Z_{n-1}$ , se intercepta, localiza el origen  $O_i$  en esta intersección.
- Si  $Z_i$  y  $Z_{n-1}$  son paralelas, coloca  $X_i$  desde  $O - i$  a lo largo de la común entre  $Z_i$  y  $Z_{i-1}$ . Si  $Z_i$  y  $Z_{i-1}$  son paralelas, coloca  $X_i$  desde  $O - i$  en dirección normal al plano entre  $Z_i$  y  $Z_{i-1}$ .
- Se coloca  $Y_i$  que satisfaga la regla de la mano derecha.
- Se establece  $O_0$  en cualquier lugar del eje  $Z_0$ . Los ejes  $X_0$  y  $Y_0$  se eligen que satisfaga la regla de la mano derecha.
- Se establece  $O_n$  en el centro del efector final, establece  $Z_n$  en la dirección  $Z_{n-1}$ , coloca  $Y_n$  en la dirección donde abre el efector final, coloca  $X_n$  que satisfaga la regla de la mano derecha.
- Se crea una tabla con parámetros  $a_i, d_i, \alpha_i, \theta_i$ . Donde:
  - $a_i$  = Distancia a lo largo de  $X_i$  desde  $O_{i-1}$  a la intersección de  $X_i$  y  $Z_{i-1}$ . También es considerada como la longitud del eslabón  $i$ -ésimo.
  - $d_i$  = Distancia a lo largo de  $Z_{i-1}$  desde  $O_{i-1}$  a la intersección de  $X_i$  y  $Z_{i-1}$ . También es la variable de la junta prismática.
  - $\alpha_i$  = Es el ángulo entre  $Z_{i-1}$  y  $Z_i$  medido alrededor del eje  $X_i$ .
  - $\theta_i$  = Es el ángulo medido entre  $X_{i-1}$  y  $X_i$  medido alrededor de  $Z_{i-1}$ ,  $\theta_i$  es la variable o ángulo si la junta es rotacional.
- Se sustituye los parámetros en la matriz de transformación que se muestra a continuación:

$$A_i = \begin{pmatrix} \cos \theta_i & -\sin \theta_i \cos \alpha_i & \sin \theta_i \sin \alpha_i & \alpha_i \cos \theta_i \\ \sin \theta_i & \cos \theta_i \cos \alpha_i & -\cos \theta_i \sin \alpha_i & \alpha_i \sin \theta_i \\ 0 & \sin \alpha_i & \cos \alpha_i & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

- Con  $T_0^n = A_1, \dots, A_n$ , encontramos la posición y orientación del efector final con respecto al marco de referencia 0 que se encuentra en la base del robot.

*Solución por parámetros Denavit-Hartenberg*

Utilizando los modelos que se muestran en la Figura 2 y la Figura 3 del manipulador SCARA se obtienen los parámetros  $a_i, \alpha_i, d_i, \theta_i$ , se llena la Tabla 1 para posteriormente sustituir los valores en las matrices de rotación de cada eslabón.



Figura 2: Vista lateral manipulador SCARA

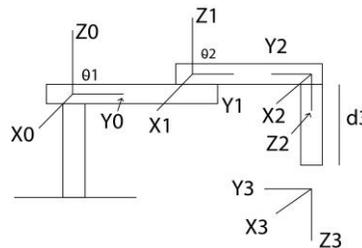


Figura 3: Vista lateral parámetros del manipulador SCARA

Eslabón	$a_i$	$\alpha_i$	$d_i$	$\theta_i$
1	$a_1$	$0^\circ$	0	$\theta_1$
2	$a_2$	$180^\circ$	0	$\theta_2$
3	0	$0^\circ$	$d_3$	0

Tabla 1: Parámetros Denavit-Hartenberg

Las matrices de transformación para cada eslabón se muestran en las ecuaciones:

$$A_1 = \begin{pmatrix} \cos\theta_1 & -\text{Sen}\theta_1 & 0 & a_1\cos\theta_1 \\ \text{Sen}\theta_1 & \cos\theta_1 & 0 & a_1\text{Sen}\theta_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} \cos\theta_2 & -\text{Sen}\theta_2 & 0 & a_2\cos\theta_2 \\ \text{Sen}\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & a_2\text{Sen}\theta_2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$T_0^3 = A_1 A_2 A_3 \quad (11)$$

Resolviendo y simplificando (11), obtenemos:

$$T_0^3 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2) & -\text{Sen}(\theta_1 + \theta_2) & 0 & a_1\cos\theta_1 + a_2\cos(\theta_1 + \theta_2) \\ \text{Sen}(\theta_1 + \theta_2) & \cos(\theta_1 + \theta_2) & 0 & a_1\text{Sen}\theta_1 + a_2\text{Sen}(\theta_1 + \theta_2) \\ 0 & 0 & -1 & -d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (12)$$

Por lo tanto la posición y orientación del efector final está dada por:

$$X_0^3 = \begin{pmatrix} a_1\cos\theta_1 + a_2\cos(\theta_1 + \theta_2) \\ a_1\text{Sen}\theta_1 + a_2\text{Sen}(\theta_1 + \theta_2) \\ -d_3 \end{pmatrix} \quad (13)$$

### Interfaz gráfica para manipular el robot

La interfaz con la cual se podrá manipular el robot fue elaborada en Visual Basic que a su vez se encuentra integrado la paquetería de Visual Studio 15®, se utilizara esta plataforma ya que es un software donde la interfaz puede ser diseñada por etapas o secciones, las cuales en el código de programación se pueden identificar, esto con la finalidad de que el código y la operación de cada elemento que comprende la interfaz se puedan comprenderse fácilmente.

La interfaz consta de dos calculadoras, las cuales muestran la posición de cada uno los eslabones dependiendo como fueron introducidos los valores, es decir, calcula la posición mediante la cinemática directa e inversa, también consta de tres barras de desplazamiento esto con la finalidad de manipular al robot incluso con la rueda del mouse al igual con cuadros de texto para lograr comunicar con el puerto serial al manipulador con la interfaz



Figura 5: Interfaz de usuario para manipular el robot

### Modelo y ensamble del manipulador SCARA

En la Figura 6, se muestra el modelo en 3D del manipulador SCARA el cual fue elaborado en el Software Solid Works®, para su construcción se fueron descartando materiales los cuales por su peso o no ser lo suficientemente rígidos no eran los adecuados para el ensamble, así se determinó que los eslabones podrían ser de madera como se muestra en la Figura 7, por ser lo suficientemente rígida, ligera y económica. En la Figura 8 se puede observar los eslabones previamente ensamblados, además de la madera se utilizaron tubos de aluminio, los cuales no generaron ningún costo ya que se obtuvieron de piezas de impresoras descompuestas.

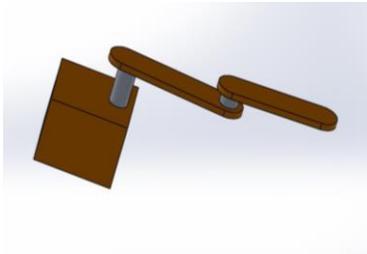


Figura 6: Modelo 3D en software Solid Works



Figura 7: Material para la construcción



Figura 8: Ensamble de los eslabones

En la Figura 9, se muestra la tarjeta de transmisión y adquisición de datos Arduino uno, la cual es la que tiene comunicación entre el manipulador y la interfaz del usuario para poder controlar el robot, en la Figura 10, se muestra la plataforma ensamblada, integrada por: El robot manipulador, el gabinete de control y potencia como el monitor para la operación del robot.

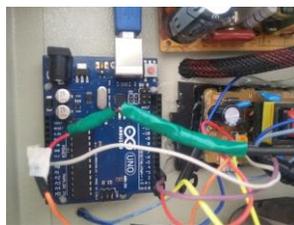


Figura 9: Tarjeta de adquisición de transmisión de datos Arduino uno.



Figura 10: Ensamble final de la plataforma.

### Comentarios finales

#### Conclusiones

La robótica hoy en día se ha vuelto de vital importancia en el sector industrial por las altas demandas de productos y calidad en los mismos, es importante poder tener las herramientas para desarrollar el conocimiento en

cuanto al manejo de robots manipuladores, sin tener que realizar gastos importantes dentro de las instrucciones académicas.

El reciclaje de componentes contribuyo mucho para poder construir la plataforma sin necesidad de hacer gastos mayúsculos, así mismo el utilizar elementos electrónicos de fácil comprensión para el usuario como lo son el Arduino, los servomotores e incluso el software Visual Basic para la programación de la interfaz.

La plataforma ofrece al usuario el poder conocer las partes fundamentales que componen un manipulador a la vez que el mismo pueda crear distintas tareas ya que no está restringido a ser manipulado con un solo software o interfaz, el usuario podrá crear o mejorar los componentes ya sea en Hardware o Software, esto es una ventaja que puede explotar para mejorar significativamente la comprensión de robots manipuladores

#### *Agradecimientos*

Este artículo se realizó gracias al apoyo del Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan a través de los proyectos de investigación avalados por la División de Ingeniería Mecatrónica

#### **Notas biográficas**

C. Luis Arturo Jurado Gutiérrez. Concluyo la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en 2018, actualmente es pasante adscrito al Tecnológico Nacional de México, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica, entre sus áreas de interés se encuentra: robótica industrial, la automatización de procesos y las energías renovables.

Dr. Jesús Martínez Martínez. Recibió el grado de Doctor en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Actualmente es Profesor Investigador adscrito al Tecnológico Nacional de México, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica. Sus áreas de intereses son: Teoría de control, observadores lineales y no lineales, sistemas dinámicos, sistemas mecatrónicos y sincronización de sistemas robóticos.

Ing. Marco Antonio Santos Santiago. Recibió el grado de Ingeniero Industrial en Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, del Tecnológico Nacional De México en 2014; Actualmente se encuentra adscrito al Tecnológico Nacional de México en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan como Profesor Investigador, entre sus intereses se encuentran: Estudios relacionados con la seguridad ocupacional y la ergonomía además de los procesos de manufactura y lo relacionado a la industria metalmeccánica.

Dr. Enrique García Trinidad. Es profesor adscrito de Ingeniería Mecatrónica en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan y en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez en el Estado de México. Es Candidato a Investigador en el Sistema Nacional de Investigadores. Es miembro de la IEEE Robotics and Automation Society y de la IEEE Computational Intelligence Society. Terminó sus estudios de Doctorado en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Ha publicado 9 artículos a nivel nacional e internacional.

Dr. Cesar Felipe Juárez Carrillo. Recibió el grado de Doctor en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Actualmente es Profesor Investigador adscrito al Tecnológico Nacional de México, en el Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan en la División de Ingeniería Mecatrónica. Sus áreas de intereses son: Teoría de control, sistemas biomecánicos, control moderno aplicado a fluidos térmicos y sistemas mecatrónicos.

#### **Referencias**

- Subir Kumar Saha. Introducción a la robótica. Mc Graw Hill, México. D.F., 2010.
- Fernando Reyes Cortés. Robótica, control de robots manipuladores. Alfa omega, México, 2011.
- Karla Lourdes Luna gallegos, Elvia Ruth Palacios Hernández, Antonio Marín Hernández, “Análisis del primer contacto entre un robot asistente didáctico y niños de educación básica”, Congreso Nacional de Control Automático, Monterrey NL, 2017, pp. 6.
- Luis Ariel Mesa Mesa and Nelson Barrera Lombana. La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. EDUCATIONAL ROBOTICS AS A TEACHING TOOL ALTERNATIVE IN BASIC EDUCATION, 2(22):9, 2013.
- Nelson Barrera Lombana, “uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza”, *I+D*, VOL. 10, pp. 15-23 Julio 2010.
- Jairo E. Márquez D; Javier H. Ruiz F; “robótica educativa aplicada a enseñanza básica secundaria”, *DIM* Núm. 30, pp.12, diciembre 2014.
- Miguel Revuelta, Walter Gemin, Raúl Rivera, Juana Fernández, Melisa Kuzman, “Jugando con robots en el aula: iniciativa para incentivar el ingreso de alumnos de la escuela secundaria a carreras de Ingeniería”, 10º Congreso de Tecnología en Educación y educación en tecnología, mar de plata, 11 junio de 2015, pp6.
- Facundo Benavides, Ximena Otegui, and Andrés Aguirre Federico Andrade. Robótica educativa en Uruguay: De la mano del robot Butica. EDUCATIONAL ROBOTIC IN URUGUAY: BY THE HAND OF BUTI'A ROBOT.

# Impacto del Curso de Nivelación de Matemáticas en la Asignatura de Cálculo Diferencial: Propuesta Metodológica

Ing. Gerardo Lagunes Rodríguez<sup>1</sup> y M.E. Camelia Evelin Vargas Lezama<sup>2</sup>

**Resumen:** Dentro de las estrategias académicas implementadas en el Instituto Tecnológico de Chetumal se realizan los Cursos de Nivelación de Matemáticas, dirigido a los estudiantes de nuevo ingreso, con la finalidad de reforzar los conocimientos requeridos para cursar con éxito la asignatura de Cálculo Diferencial. El presente artículo tiene por objeto presentar una propuesta metodológica sustentada con herramientas estadísticas para medir el impacto de los cursos en los resultados de la asignatura, en términos del rendimiento escolar. Se consideran tres tópicos; primero, determinar si existe correlación en el rendimiento escolar de los alumnos, entre los cursos y la asignatura; segundo, establecer si el curso tiene valor predictivo para la asignatura a través un modelo de regresión lineal; y tercero, demostrar si existen diferencias significativas en los resultados de la asignatura entre los alumnos que llevaron los cursos y los que no, a través de un Análisis de Varianza.

**Palabras clave:** Cursos de Nivelación, Cálculo Diferencial, rendimiento escolar, herramientas estadísticas.

## Introducción

Investigaciones como las de Pérez (2006), indican que existe una correlación positiva entre los índices de reprobación y los índices de abandono, es decir que mayores índices de reprobación generan una menor eficiencia terminal; además identifica que las asignaturas con mayores índices de reprobación son las pertenecientes al área de Ciencias Básicas, mismas que se encuentran generalmente en los primeros semestres de la carrera.

Domínguez et al. (2014) señalan que uno de los aspectos académicos que impactan en la eficiencia terminal es la reprobación de materias relacionadas con la física y las matemáticas, lo que involucra Cálculo Diferencial, y que de acuerdo con la percepción de sus alumnos una de las causas de reprobación es la falta de conocimientos previos. Los autores también proponen detectar a los estudiantes con riesgo de reprobación y proporcionarles cursos remediales de manera obligatoria.

Por otra parte, Riego (2013) da a conocer una problemática para los estudiantes de ingeniería, en la que los índices de reprobación en la asignatura de Cálculo Diferencial alcanzan el 80%; como resultado de su estudio, el autor señaló que alumnos y maestros coinciden en que una de las causas de reprobación es la falta de conocimientos en álgebra por parte de los estudiantes. Entre sus conclusiones expresa que se deben desarrollar estrategias académicas con base en el conocimiento de los factores asociados con la reprobación.

Con sustento en las investigaciones relacionadas, se establece que es común el riesgo de reprobación en la asignatura de Cálculo Diferencial, bajo esta premisa se parte de la hipótesis que los Cursos de Nivelación refuerzan las competencias previas de los estudiantes, necesarias para cursar con éxito la asignatura de Cálculo Diferencial.

El objetivo general de la metodología propuesta es determinar cómo impacta el Curso de Nivelación en el rendimiento escolar de los estudiantes en la asignatura Cálculo Diferencial. Los objetivos particulares son: establecer el grado de correlación entre el rendimiento escolar de los estudiantes en el Curso de Nivelación y el rendimiento escolar en la asignatura Cálculo Diferencial; evaluar los resultados del Curso de Nivelación como valor predictor en la asignatura de Cálculo Diferencial; demostrar si existen diferencias significativas en el rendimiento escolar de Cálculo Diferencial entre los estudiantes que participaron en el Curso de Nivelación y los que no.

## Marco Teórico

### *Enfoque Teórico*

Ausubel et al. (1983) señalan que el aprendizaje de un estudiante depende del conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, previo a relacionarse con nueva información, es decir, que el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Esto quiere decir que, en el proceso educativo, es importante considerar lo que el individuo conoce de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender.

En el Curso de Nivelación, el aprendizaje del contenido es un fin por sí mismo y carece de un sentido de aplicación, es decir, adquiere principalmente un carácter de repetición y no significativo; sin embargo, los conocimientos

<sup>1</sup> Ing. Gerardo Lagunes Rodríguez, Profesor y Jefe del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Chetumal, México. [glagunes@itchetumal.edu.mx](mailto:glagunes@itchetumal.edu.mx)

<sup>2</sup> M.E. Camelia Evelin Vargas Lezama, Profesora de Educación de la Universidad Pedagógica Nacional No. 231, Chetumal, México. [camelia5050@gmail.com](mailto:camelia5050@gmail.com)

adquiridos deben formar parte de la estructura cognitiva del alumno para ser utilizados en la asignatura de Cálculo Diferencial.

En el contexto de la enseñanza del Cálculo Diferencial en alumnos de nivel superior, cuyo ambiente de aprendizaje está delimitado principalmente por el aula de clase, el aprendizaje dominante es por recepción, mismo que puede ser por repetición hasta significativo. Para alcanzar este último nivel se requiere que en la estructura cognitiva del estudiante se encuentre lo aprendido en el curso para afianzar lo que ya sabe con el nuevo contenido de la asignatura; esto se ilustra cuando un alumno aprende el concepto de la derivada, el cual dice que es la razón de cambio de una función cuando la variable tiende a cero, lo anterior no tiene carácter significativo si el estudiante no posee en su estructura cognitiva la representación de razón, función y variable. Por otro lado, los estudios a nivel superior exigen mayor responsabilidad por parte del alumno, lo que también dirige al estudiante a un aprendizaje por descubrimiento.

Ausubel señala que existen tres tipos de aprendizaje significativo; el primero y base de los demás es el aprendizaje de representaciones, es cuando se le adjudica un significado o representación a un símbolo. El segundo, es el aprendizaje de conceptos y se da cuando el símbolo aprendido anteriormente adquiere un significado más complejo y éste es reestructurado, por ejemplo, la palabra función es un símbolo que puede representar uso o utilidad, pero adquiere un significado conceptual como la relación entre dos variables para poder interpretarlo dentro del contenido temático de la asignatura, a esto se le denomina atributo de criterio. En el caso de estudiantes de nivel superior, estos conceptos se adquieren generalmente por un proceso de asimilación y no de formación como en los niños pequeños. El tercero es el aprendizaje por proposiciones, se presenta cuando se conjugan representaciones o conceptos para dar origen a una nueva idea o significado sustancial, más allá de sus interpretaciones individuales, por lo que la definición de la derivada como “la razón de cambio de una función cuando la variable tiende a cero”, tiene un significado compuesto que sobrepasa los conceptos de razón, función y variable. Parte del aprendizaje escolar, comúnmente denominado por repetición, es en realidad una forma simple del aprendizaje por proposiciones, por ejemplo, la fórmula del binomio conjugado se aprende después de entender las leyes de los signos y las leyes de los exponentes, así como el término binomio, es decir, se asocia intencionada y sustancialmente con los conceptos ya establecidos en la estructura cognitiva.

La relación entre los conceptos y el nuevo significado puede ser de tres formas; subordinada, cuando lo que se va a aprender es una derivación o correlación de manera particular a la idea existente; supraordinada cuando los conceptos particulares se relacionan o agrupan para formar una idea nueva; y por último combinatoria, cuando el nuevo concepto no está anclado a ideas particulares sino a una amplia gama de conceptos más generales, lo que al principio dificulta un poco su aprendizaje. Gran parte de los conocimientos que se adquieren en el estudio de las matemáticas son aprendizajes combinatorios al tener que establecer relaciones, por ejemplo, entre función y polinomio, entre graficación y continuidad, entre recta tangente y punto de inflexión. La adquisición de estas ideas se da generalmente por un proceso de inclusión derivativa, cuando es producto de un ejemplo específico de lo que ya se conoce, o por inclusión correlativa, cuando la nueva idea es una reestructuración del concepto ya establecido.

De manera concreta, la evaluación del impacto del Curso de Nivelación en Cálculo Diferencial consiste en valorar si en el curso se refuerzan los subsunores en la estructura cognitiva de los estudiantes, principalmente con aprendizaje por repetición en la vertiente recepción-descubrimiento, para alcanzar el aprendizaje significativo de proposiciones requerido y cursar con éxito la asignatura de Cálculo Diferencial, lo anterior en términos del rendimiento académico de los estudiantes.

#### *Marco referencial*

Cantú et al. (2012) señalan que los alumnos que ingresan a la educación superior tienen un nivel académico muy variado, y en general no tienen las bases mínimas de álgebra necesarias para cursar la asignatura de Cálculo Diferencial. Por lo anterior, su investigación tiene por objeto probar un examen de prerrequisito para seleccionar a los alumnos aptos que necesitan reforzar sus conocimientos matemáticos, así como evaluar el impacto del curso de propedéutico en el desempeño de los estudiantes en Cálculo Diferencial de las Ingenierías y Cálculo Diferencial e Integral en las Licenciaturas. Los sujetos de estudio fueron los alumnos de primer semestre de primavera 2007 a otoño 2009 en la Universidad de Monterrey.

La investigación indica que, para las Ingenierías, en 2007 el curso de precálculo no tuvo impacto en la aprobación de la asignatura, puesto que sólo se alcanzó del 37%, sin embargo, después de unos ajustes en el programa, en 2008 y 2009 se alcanzaron porcentajes del 60%; por otro lado, para las Licenciaturas, el índice de aprobación alcanza el 79%. Cabe señalar que en el curso de precálculo existe una mayor eficiencia terminal en las Licenciaturas que en las Ingenierías, lo que apunta a que el curso contribuye en la adquisición y reforzamiento de conocimientos.

Vázquez et al. (2008) detectaron un incremento del índice de reprobación del 25% en 2005 al 65% en 2007 en la asignatura de Química, en las carreras de Ingeniería Física, Mecatrónica y Civil. El objetivo de su investigación fue determinar si la alta calificación en el EXANI II, o la calificación media en el EXANI II en conjunto con un curso propedéutico, son factores pertinentes para predecir la aprobación de Química en primer semestre. Analizaron las

cohortes de estudiantes de 2004, 2005 y 2006 para conformar tres grupos; grupo 1, alumnos que obtuvieron las calificaciones más altas en el examen de selección EXANI-II y no tenían que cursar el propedéutico; grupo 2, alumnos que debían estudiar el curso propedéutico y lo cursaron; grupo 3, alumnos que debían estudiar el curso propedéutico y no lo cursaron.

Sus resultados señalaron que no existieron diferencias significativas entre los grupos 1 y 2, por lo que los buenos resultados en el EXANI-II y el propedéutico fueron indicadores de un buen aprovechamiento en Química. Los alumnos del grupo 2 obtuvieron mejores calificaciones que los del grupo 3, lo que mostró que el curso propedéutico tuvo un efecto benéfico en el desempeño de los alumnos. Por último, establecen que el Curso Propedéutico de Química permite predecir el éxito de los alumnos en Química.

Méndez et al. (2016) parten de la hipótesis que los alumnos con las calificaciones más bajas en el examen de selección presentan un nivel de conocimientos inadecuado para cursar con éxito la carrera. El objetivo de su investigación fue determinar si los estudiantes que obtuvieron alta calificación en el EXANI-II tuvieron mejores resultados en Química, Cálculo y Álgebra en comparación con los estudiantes que obtuvieron baja calificación en el EXANI II y cursaron los propedéuticos; es decir, establecer si existen diferencias significativas entre ambos grupos.

Posterior a las pruebas estadísticas, concluyeron que no existen diferencias significativas entre el rendimiento de los alumnos que cursaron los propedéuticos y quienes no lo cursaron, por lo que los cursos propedéuticos equiparan las circunstancias de aquellos que obtuvieron los resultados más bajos con los más altos en el EXANI-II para aprobar las asignaturas mencionadas.

Ikeda et al. (2008) externan que el porcentaje de alumnos aprobados en la asignatura de Biología General decayó progresivamente del 98.70% en 2004 al 68.97% en 2007. Su investigación indaga sobre la relación que existe entre el rendimiento de Biología General con, primero, una clasificación de los alumnos de acuerdo con una prueba diagnóstica, y segundo, con el curso propedéutico; lo anterior para determinar cuál es la mejor herramienta para favorecer la aprobación de los estudiantes.

Se detectó una alta correlación (0.71) entre las calificaciones en la asignatura de Biología General y del curso propedéutico, mientras que la correlación entre las calificaciones de la asignatura y la prueba diagnóstica es media (0.51). Lo anterior señala que los resultados del curso de nivelación proporcionan un mejor estimado sobre las calificaciones a obtener en la asignatura.

Rosales et al. (2012) comentan que la reprobación en asignaturas que tienen seguimiento con otras incrementa el rezago escolar, lo que afecta posteriormente la eficiencia terminal. Por ello se dan a la tarea de comparar el rendimiento escolar en la asignatura de Bioquímica entre dos grupos; el primero, los estudiantes que participaron en el curso propedéutico, el segundo, los estudiantes que no participaron y entraron directamente a la asignatura.

Encontraron que el porcentaje de aprobación fue de 65% para el primer grupo y de 33% para el segundo; además a través de una comparación con una prueba *t Student* detectaron que existe diferencia significativa entre el rendimiento escolar de ambos grupos. Concluyen que el curso propedéutico tiene un efecto positivo en el porcentaje de aprobación de Bioquímica.

Los estudios expuestos en los párrafos anteriores son una base para determinar que los cursos propedéuticos o de nivelación favorecen las condiciones de los estudiantes para cursar las asignaturas posteriores con las cuales se encuentran relacionados. Esto es un hecho que no se debe obviar, motivo por el cual se hace la presente propuesta con miras a la estandarización de un método de evaluación para determinar el impacto de los cursos, de manera que pueda ser implementado por diversas escuelas y facultades.

### Método

De acuerdo con la clasificación que hacen Reyes et al. (2011), la presente metodología se realiza desde un enfoque cuantitativo, debido a que se pretenden establecer relaciones cuantificables entre las variables de estudio; se estructura con herramientas estadísticas para demostrar correlaciones, predicciones, comparaciones de distribuciones y diferencias significativas entre los grupos de prueba. El tipo de investigación es cuasiexperimental debido a que los grupos de control son intencionados y no aleatorios, con evaluación previa (rendimiento en el Curso de Nivelación) y posterior (rendimiento en Cálculo Diferencial).

La metodología de Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M., (2010) sugiere que, para la presente propuesta, el planteamiento y los alcances del estudio dependen de los datos obtenidos en el rendimiento escolar de los estudiantes, sin embargo, estos no son el objeto de estudio directo del cual se obtendrá la información, sino sus resultados reportados a través de los documentos de la gestión del curso en la asignatura. El análisis de los datos se realizará a través de un concentrado de pruebas estandarizadas e inventarios como son las listas de calificaciones, instrumentos que representan

verdaderamente las variables de investigación en cuanto al rendimiento escolar, por lo que tienen validez de contenido al reflejar un dominio específico en la información que se mide.

#### *Coefficiente de Correlación Simple*

De acuerdo con Wayne (1988), el Coeficiente de Correlación ( $r$ ) es una herramienta estadística que permite establecer el grado de asociación matemática que existe entre dos variables, sin establecer efectos de dependencia o causalidad. El signo del coeficiente indica si es una relación positiva o negativa; para los fines de la presente propuesta, se pretende establecer cuál es el grado de asociación que existe entre las calificaciones del Curso de Nivelación de Matemáticas ( $x$ ) y las calificaciones en la asignatura de Cálculo Diferencial ( $y$ ). Cuando el valor absoluto del coeficiente es cercano a uno, se establece una fuerte asociación, en el sentido opuesto, cuando el valor es cercano a cero se establece débil asociación. Este valor se obtiene con la fórmula:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (1)$$

#### *Regresión Lineal Simple*

Por otro lado, Wayne también utiliza la Regresión Lineal Simple como un instrumento estadístico que tiene por objeto establecer, a través de un modelo matemático basado en la ecuación de la recta, la relación que existe entre dos variables con la finalidad de utilizar la información de una para predecir los valores de otra. En este caso, el interés es predecir las calificaciones en la asignatura de Cálculo Diferencial ( $y$ ) con base en las calificaciones obtenidas en el Curso de Nivelación de Matemáticas ( $x$ ). El modelo matemático, de acuerdo con el método de los mínimos cuadrados, es:

$$y_c = b_0 + b_1 x \quad (2)$$

$$b_1 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \quad (4)$$

donde  $y_c$  es la calificación pronosticada en la asignatura,  $x$  es la calificación en el curso, mientras  $b_1$  y  $b_0$  son parámetros de la ecuación de la línea recta.

En complemento a este análisis, se obtiene el Error Estándar de Estimación ( $S_{yx}$ ) para conocer la variabilidad entre los datos reales y los datos pronosticados, es decir, qué diferencia se puede esperar entre la calificación pronosticada por la regresión lineal y la calificación real en la asignatura; posteriormente se calcula el Coeficiente de Determinación ( $r^2$ ) para saber qué porcentaje de la variabilidad de los datos se pueden explicar con la regresión lineal, en otras palabras, qué porcentaje de las calificaciones se pueden predecir con la regresión lineal, considerando las diferencias que puedan existir entre el pronóstico y lo real.

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum(y - y_c)^2}{n - 2}} \quad (5)$$

$$r^2 = \frac{\sum(y_c - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} \quad (6)$$

#### *Análisis de Varianza*

Walpole et al. (2004) señalan que el Análisis de Varianza es un procedimiento utilizado en experimentos para hacer una comparativa entre medias de poblaciones sometidas a diferentes tratamientos y determinar si existen diferencias significativas entre éstas. En este caso se pretende utilizarlo para establecer si existen diferencias significativas en el rendimiento académico de la asignatura de los estudiantes que llevaron el curso, es decir los que recibieron un tratamiento, y los que no. Este método permite analizar más medias, de modo que si se apertura otro tipo de actividad académica para los estudiantes, también será factible de compararse.

Se desean obtener métodos adecuados para probar las hipótesis. La hipótesis nula ( $H_0$ ) establece que no existe variabilidad significativa entre las medias muestrales ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ ); por otro lado, la hipótesis alterna ( $H_a$ ) establece que existe variabilidad significativa en por lo menos dos medias muestrales, es decir, por lo menos dos de las  $\mu_k$  son diferentes.

Los estadísticos para medir la variabilidad de los datos se obtienen con las siguientes fórmulas:  
Suma total de los cuadrados:

$$STC = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \mu)^2 \quad (6)$$

Suma de los cuadrados del tratamiento:

$$SCT = n \sum_{i=1}^k (\mu_i - \mu)^2 \quad (7)$$

Suma de los cuadrados del error:

$$SCE = STC - SCT \quad (8)$$

Cuadrado medio del tratamiento:

$$S_1^2 = \frac{SCT}{k-1} \quad (9)$$

Cuadrado medio del error:

$$S^2 = \frac{SCE}{k(n-1)} \quad (10)$$

Estadístico de prueba ( $F_0$ )

$$F_0 = \frac{S_1^2}{S^2} \quad (11)$$

Por último, se compara el estadístico de prueba  $F_0$  con el con el valor crítico  $F_{\alpha, k-1, k(n-1)}$  de una tabla de distribución  $F$  al 5%; se identifican dos posibles resultados; primero, si  $F_0 > F_{\alpha, k-1, k(n-1)}$  se rechaza la hipótesis nula y se establece que existen diferencias significativas en las calificaciones medias de Cálculo Diferencial entre los estudiantes que participaron en el Curso de Nivelación y los que no; por el contrario, si  $F_0 < F_{\alpha, k-1, k(n-1)}$  se acepta la hipótesis nula y se determina que no existen diferencias significativas en las calificaciones.

Fuente de variación	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Estadístico de prueba	Valor crítico
Tratamientos	$SCT$	$k-1$	$S_1^2$	$F_0$	$F_{\alpha, k-1, k(n-1)}$
Error	$SCE$	$k(n-1)$	$S^2$		
Total	$STC$	$kn-1$			

Tabla 1. Resumen del Análisis de Varianza.

### Referencias

- Ausubel, D. Novak, J., Hanesian, H (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 2ª Ed., México DF, México: Editoria Trillas, S.A. de C.V.
- Cantú, I., Arenas, R., y Flores, M. T. (2012). "Impacto de precálculo en cálculo," *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (80), 135-144. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/3623/1/Cant%C3%BA2012ImpactoNumeros80.pdf>
- Domínguez Pérez, D., Sandoval Caraveo, M., Cruz Cruz, F., & Pulido Téllez, A. (2014). "Problemas relacionados con la eficiencia terminal desde la perspectiva de estudiantes universitarios," *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 12 (1), 25-34. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4654966>
- Rosales, S., Guzmán, J., & Marín, G. (2012). "Impacto de un Curso Propedéutico en el Rendimiento Académico de Estudiantes de Bioquímica," *Revista de la Escuela de Medicina "Dr. José Sierra Flores" Universidad del Noreste*, 26(2), 7-10. Recuperado de: <http://www.une.edu.mx/Resources/RevistaMedicina/2012-02.pdf#page=8>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M., (2010). *Metodología de la investigación*, México DF, México: Mc Graw Hill.
- Ikeda Artacho, M., & Huaman Mesia, L., & Beltrán, R. (2008). "Agrupamiento según conocimientos previos y ciclo propedéutico. ¿Son herramientas útiles para mejorar el rendimiento académico de los alumnos universitarios? El caso de biología para alumnos de odontología," *Revista Estomatológica Herediana*, 18 (1), 21-28. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539349005>
- Méndez Novelo, R., Vázquez Borges, E., y López Sánchez, R. (2016). "Efecto de los cursos propedéuticos en la licenciatura en ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la UADY," *Ingeniería*, 20 (3), 128-136. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750929001>
- Pérez González, J. (2006). "La eficiencia terminal en programas de licenciatura y su relación con la calidad educativa," *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 4 (1), 130-148. Recuperado de: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/660802>
- Reyes Cruz, M., Hernández Mendoza, E. y Yeladaqui Ramírez, B. (2011). *¿Cómo elaborar tu proyecto de investigación?*, México DF, México: La editorial manda.

Riego Gaona, M. (2013). "Factores Académicos que Explican la Reprobación en Cálculo Diferencial," *Conciencia Tecnológica*, (46), 29-35. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4713213>

Vázquez Borges, E., Méndez Novelo, R., y Arcudia Abad, C. (2008). "Efecto del curso propedéutico en el desempeño de los estudiantes de química. Estudio de caso de las licenciaturas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán," *Ingeniería*, 12 (2), 31-36. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46712203>

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México DF, México: Pearson.

Wayne, W. D., (1988) *Estadística con aplicaciones a las ciencias sociales y a la educación*, México DF, México: Mc Graw Hill.

**Anexo**

<b>CÉDULA DE EVALUACIÓN</b>					
<b>1) Análisis de la Correlación</b>					
<b>Diagrama de Dispersión</b>		<b>Resultados</b>			
		<p>El coeficiente de correlación para la población de "<math>n</math>" datos se obtuvo relacionando las calificaciones obtenidas en el Curso de Nivelación de Matemáticas (<math>x</math>) con las calificaciones obtenidas en la asignatura de Cálculo Diferencial (<math>y</math>).</p> <p>El valor obtenido de <math>r = \pm 0.00</math> sugiere que existe una relación "<u>nula-baja-media-alta-perfecta</u>" relación entre el rendimiento escolar presentado en el curso con el de la asignatura; el signo del coeficiente, así como el diagrama de dispersión, señalan que, a mayor calificación en el curso, "<u>mayor-menor</u>" es la calificación en la asignatura.</p> <p>Como el método se aplicó a la población y no a una muestra, no es necesario realizar una prueba de hipótesis adicional.</p>			
<b>2) Análisis de Regresión Lineal Simple</b>					
<b>Línea de Regresión</b>		<b>Resultados</b>			
		<p>La ecuación de regresión lineal está denotada por la expresión: <math>y_c = "b_0" + "b_1"x</math>. El valor obtenido de <math>b_0 = \pm 0.00</math> sugiere que se obtendrá esta calificación en la asignatura tras obtener una calificación mínima en el curso. El valor de <math>b_1 = \pm 0.00</math> establece un "<u>incremento-decremento</u>" en la calificación de la asignatura por cada punto obtenido en el curso. Al evaluar la calificación del curso (<math>x</math>) se obtiene el valor esperado de la calificación en la asignatura (<math>y</math>).</p> <p>El valor del error estándar <math>S_{xy} = 0.00</math> señala que la desviación típica esperada entre los valores reales y las predicciones de las calificaciones. El valor de <math>r^2 = 0.00</math> indica que el "0.00" % de la variabilidad se puede explicar con la ecuación y la variación, por tanto, el "0.00" % de la variación no puede ser explicada.</p> <p>Como el método se aplicó a la población y no a una muestra, no es necesario realizar una prueba de hipótesis adicional.</p>			
<b>3) Análisis de Varianza</b>					
Fuente de variación	Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Estadístico de prueba	Valor crítico
Tratamientos	$SCT$	$k - 1$	$S_1^2$	$F_0$	$F_{\alpha, k-1, k(n-1)}$
Error	$SCE$	$k(n - 1)$	$S^2$		
Total	$STC$	$kn - 1$			
<p>El estadístico de prueba <math>F_0</math> es "<u>mayor-menor</u>" que el valor crítico <math>F_{\alpha, k-1, k(n-1)}</math>, por lo tanto, se establece que el participar en los Cursos de Nivelación de Matemáticas "<u>afecta-no afecta</u>" de manera significativa la calificación media en la asignatura de Cálculo Diferencial.</p>					

# Relación entre transparencia y sostenibilidad financiera en Universidades Públicas Estatales

Dra. Clara Luz Lamoyi Bocanegra<sup>1</sup>, Mtra. Carolina Guzmán Juárez<sup>2</sup> y  
Dra. Aída Beatriz Armenta Ramírez<sup>3</sup>

**Resumen-** En los años recientes el gasto de las universidades públicas estatales, que atienden a más del 26% de la matrícula de educación superior de México, ha crecido más rápidamente que sus ingresos provocando, en varias de ellas, incapacidad financiera para hacer frente a sus obligaciones, como prestar servicios de calidad. Sin duda, la generación y exposición de información sobre su contribución social, desempeño y uso de los recursos público con los que dispone, son mecanismos para mantener el prestigio y sobre todo la confianza alcanzada, que inciden en la valoración por entes internos y externos. Este trabajo tiene como objetivo analizar la relación entre el grado de transparencia y la sostenibilidad financiera de las 34 instituciones que integran este subsistema de nivel superior. Se comprueba que existe una fuerte asociación entre estas dos variables, por lo que cobra importancia que se garantice la generación, publicación y entrega de información por parte de estos sujetos obligados.

**Palabras claves-**transparencia, educación superior, recursos públicos

## Introducción

El subsistema de universidades públicas estatales en México está conformado por 34 instituciones que gozan de autonomía universitaria conferida en el artículo tercero constitucional, participan de manera importante en la prestación de los servicios de educación superior en el país. Para el ciclo escolar 2017-2018 atendieron al 26% de la matrícula inscrita en este nivel educativo, sin embargo, el financiamiento público que reciben por parte de los gobiernos estatales y federales, no ha sido suficiente, en algunas de ellas, para hacer frente al cumplimiento de sus funciones y a los compromisos contraídos con sus trabajadores.

Por tal motivo, el gobierno federal ha canalizado apoyos extraordinarios para el fortalecimiento de sus finanzas mediante convenios adicionales al subsidio ordinario, demandándoles que deben garantizar la sustentabilidad financiera. Entre las acciones necesarias para dar cumplimiento a estos mandatos se encuentra el seguimiento y evaluación (Ex Ante y Ex post) mediante la medición de su sostenibilidad institucional que, de acuerdo con Jiron (2015), inicia con una correcta recolección y clasificación de información operativa, contable y financiera, que debe exponerse a la sociedad en los términos señalados en materias de transparencia y rendición de cuentas.

Sin duda como ente público responsable del buen uso de los recursos públicos que reciben, están también obligadas a mostrar su desempeño y a valorar las condiciones que inciden en disminuir los riesgos operativos. Por ello, en tiempos de limitaciones presupuestales y de incertidumbre por cambio de gobierno, como en el que actualmente se encuentra el país, se hace necesario analizar la relación que existe entre su grado de transparencia y sostenibilidad financiera, acorde a lo señalado en el andamiaje jurídico que regula estas dos variables, sin considerar en este trabajo el impacto que trae consigo el modelo de financiamiento que dista, en muchos casos, de lo señalado en los contratos colectivos de trabajo firmados con los sindicatos.

Para estudiar la asociación entre estas dos variables, se adaptó la definición de Fernández (2009), para describir el término de sustentabilidad financiera como la capacidad que tienen las universidades de cubrir todos los costos que se incurren para prestar los servicios de docencia, investigación y extensión de los servicios, como parte de un medio para alcanzar la sostenibilidad financiera de cada institución, permitiendo la estabilidad a largo plazo (viabilidad financiera) sin menoscabar la calidad de los servicios que presta.

En trabajos como los realizados por Escardíbul y Pérez (2013), se hacen énfasis que la reformulación de las formas de financiamiento universitario combinando recursos público como privados podría ser una alternativa para que las universidades logren tener sostenibilidad financiera. Sin embargo, llevarlo a cabo en las universidades públicas estatales, traería como consecuencia la exclusión de jóvenes de escasos recursos económicos al no tener las posibilidades de un pago mayor de cuotas, cuando es un derecho humano que toda persona tenga la oportunidad de prepararse y aspirar a mejores condiciones de vida.

Sin embargo no hay que olvidarse, que las universidades públicas estatales tienen la responsabilidad de administrarse operativa y financieramente con eficacia, eficiencia y sobre todo con objetividad, acorde al

<sup>1</sup> La Dra. Clara Luz Lamoyi Bocanegra es profesora de Administración e investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [cluzlamoyi@hotmail.com](mailto:cluzlamoyi@hotmail.com). (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Mtra. Carolina Guzmán Juárez es profesora de Derecho e investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [carolinaguzman.ujat@gmail.com](mailto:carolinaguzman.ujat@gmail.com)

<sup>3</sup> La Dra. Aída Beatriz Armenta Ramírez es profesora de Economía e investigadora en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [handel91@gmail.com](mailto:handel91@gmail.com)

presupuesto que reciben, garantizando el cumplimiento de su misión que es la formación de profesionales altamente competentes. Por lo tanto, para describir los resultados se exponen la legislación aplicable en materia de transparencia y de información financiera, los resultados y las conclusiones.

### Marco Legal y conceptual

#### *La sostenibilidad financiera*

La literatura en general, hace énfasis en la necesidad de la sostenibilidad financiera en función del desafío que enfrentan los países, las regiones, los municipios, las instituciones y agencias públicas para el financiamiento sostenible, presente y futuro. La sostenibilidad es un desafío que la mayoría de las instituciones y agencias públicas pues deben considerar administrar la viabilidad financiera en un entorno de financiamiento en evolución, competir con otras instituciones que "compiten por presupuesto" al tiempo que establecer asociaciones de colaboración, demuestran valor y responsabilidad para los financiadores y simpatizantes, así como maximizar la contribución del liderazgo dentro de la comunidad (Sontag-Padilla, Staplefoote, & González, 2012).

Particularmente, las universidades públicas mantienen una interacción entre los contextos económicos y culturales de comunidades de bajos ingresos, además de los desafíos de sostenibilidad. Por lo que requieren maximizar las estrategias para abordar los desafíos de sostenibilidad financiera y, en última instancia, mejorar los servicios para las comunidades de mayor necesidad. Uno de sus principales desafíos, a nivel mundial, es la lucha por recaudar fondos para las operaciones, ya que pocos miembros de la comunidad tienen los medios para contribuir con apoyo financiero a las organizaciones sin fines de lucro; es así que conseguir involucrar a los miembros de la comunidad y egresados para generar en ellos la "voluntad de donar", se convierte en un gran desafío.

#### *La transparencia como concepto y obligación*

La creación de valor público es, desde el ejercicio de los recursos que destinan los gobiernos, de vital importancia en la generación de bienestar social. Para lo cual se requiere que cualquier ente público rinda cuentas sobre el uso eficaz de lo que el Estado le entrega y por ende de sus resultados. Es aquí donde la transparencia se convierte en un elemento clave para generar gobernanza bajo principios de eficacia, eficiencia y responsabilidad. En este sentido, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece en su artículo 6º, la obligación del Estado de garantizar el derecho a la información.

#### *Ley General Transparencia y Acceso a la Información Pública*

Esta es una Ley reglamentaria en materia de transparencia y acceso a la información, que tiene como objeto establecer los principios, bases generales y procedimientos para garantizar el derecho de acceso a la información de todo ente público que recibe y ejerza recursos público, entre ellos organismos descentralizados del Poder Ejecutivo y órganos autónomos, figuras jurídicas que poseen las universidades públicas estatales, por ello cada entidad federativa cuenta con su propia ley de transparencia enmarcada en esta norma jurídica. Esta Ley, en su artículo 4º, hace explícito el derecho que toda persona tiene para solicitar, investigar, difundir, buscar y recibir información.

De igual manera, estipula en su artículo 8, que para acatar estas disposiciones su funcionamiento debe regirse con los principios de:

- I. **Certeza:** Principio que otorga seguridad y certidumbre jurídica a los particulares, en virtud de que permite conocer si las acciones de los Organismos garantes son apegadas a derecho y garantiza que los procedimientos sean completamente verificables, fidedignos y confiables;
- II. **Eficacia:** Obligación de los Organismos garantes para tutelar, de manera efectiva, el derecho de acceso a la información;
- III. **Imparcialidad:** Cualidad que deben tener los Organismos garantes respecto de sus actuaciones de ser ajenos o extraños a los intereses de las partes en controversia y resolver sin favorecer indebidamente a ninguna de ellas;
- IV. **Independencia:** Cualidad que deben tener los Organismos garantes para actuar sin supeditarse a interés, autoridad o persona alguna;
- V. **Legalidad:** Obligación de los Organismos garantes de ajustar su actuación, que funde y motive sus resoluciones y actos en las normas aplicables;
- VI. **Máxima Publicidad:** Toda la información en posesión de los sujetos obligados será pública, completa, oportuna y accesible, sujeta a un claro régimen de excepciones que deberán estar definidas y ser además legítimas y estrictamente necesarias en una sociedad democrática;
- VII. **Objetividad:** Obligación de los Organismos garantes de ajustar su actuación a los presupuestos de ley que deben ser aplicados al analizar el caso en concreto y resolver todos los hechos, prescindiendo de las consideraciones y criterios personales;

VIII. *Profesionalismo*: Los Servidores Públicos que laboren en los Organismos garantes deberán sujetar su actuación a conocimientos técnicos, teóricos y metodológicos que garanticen un desempeño eficiente y eficaz en el ejercicio de la función pública que tienen encomendada, y

IX. *Transparencia*: Obligación de los Organismos garantes de dar publicidad a las deliberaciones y actos relacionados con sus atribuciones, así como dar acceso a la información que generen.

Todos estos principios son indispensables para lograr tanto la sustentabilidad y la sostenibilidad financieras de las universidades públicas estatales, porque como lo señala Fernández (2009) que la fuente de financiamiento con el cual se requiere cubrir los costos de personal, operativos y administrativos son los presupuestos de ley, lo cual es señalado Objetividad. Es importante subrayar que su cumplimiento también se encuentra supeditado al principio de Profesionalismo, es decir, al desempeño eficiente y eficaz de los directivos y administrativos.

#### *Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria*

En el país, la programación, presupuestación, ejercicio, control y evaluación de los presupuestos de ingresos y egresos está regulado por la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria. En ella se demandan criterios para la administración de los recursos públicos enmarcados en los principios garantes del derecho a la información como son legalidad, honestidad, eficiencia, eficacia, economía, racionalidad, austeridad, transparencia, control, rendición de cuentas y equidad de género.

#### *Ley General de Contabilidad Gubernamental e información financiera universitaria*

Para conseguir la sustentabilidad financiera, definida como la capacidad que tiene la organización de cubrir los costos de personal y operativos a largo plazo (Escardíbul & Pérez, 2013), se requiere la emisión de información financiera por parte de la universidad, actividad que está sujeta a la Ley General de Contabilidad Gubernamental. Esta legislación, emitida para la observancia de todo ente público, también establece criterios generales para armonizar la contabilidad gubernamental del país. Entre los propósitos de esta Ley, se encuentran transparentar, aún más, el ejercicio del gasto público porque se ha demostrado que incide en el mejoramiento de los resultados del mismo.

## Descripción del Método

### *Aspectos metodológicos*

La investigación tiene enfoque cuantitativo con alcance descriptivo y diseño no experimental. Se midió la transparencia haciendo uso de la información generada a través del Sistema Público de Consultas de Auditoría, y de los portales institucionales de las 34 universidades públicas estatales. Se revisaron 247 auditorías realizadas a las cuentas públicas de estas instituciones durante el periodo 2000-2016 extrayendo datos como: Ente fiscalizado, tipo de auditoria, tipo de financiamiento, tipo de acción y texto de la acción que fueron exportados con formato EXCEL. Se utilizó una lista de cotejo para verificar los tipos de información contable, presupuestaria, programática y complementaria disponible en las páginas electrónicas de acuerdo a los rubros descritos en el Cuadro 1.

I. Información contable	II. Información presupuestaria	III. Información programática
a) Estado de actividades;	a) Estado analítico de ingresos, del que se derivará la presentación en clasificación económica por fuente de financiamiento y concepto, incluyendo los ingresos excedentes generados.	a) Gasto por categoría programática
b) Estado de situación financiera;	b) Estado analítico del ejercicio del presupuesto de egresos con las clasificaciones: 1) Administrativa, 2) Económica, 3) Por objeto del gasto y 4) Funcional	b) Programas y proyectos de inversión
c) Estado de variación en la hacienda pública;	c) Endeudamiento neto, financiamiento menos amortización, del que derivará la clasificación por su origen en interno y externo;	c) Indicadores de resultados
d) Estado de cambios en la situación financiera;	d) Intereses de la deuda, y	
e) Estado de flujos de efectivo;	e) Un flujo de fondos que resuma todas las operaciones; indicadores de postura fiscal	
f) Informes sobre pasivos contingentes;		<b>IV. Información complementaria</b>
g) Notas a los estados financieros;		a) Para generar cuentas nacionales
h) Estado analítico del activo,		b) Para atender organismos internacionales
i) Estado analítico de la deuda y otros pasivos, del cual se derivarán las clasificaciones siguientes: 1. Corto y largo plazo, así como por su origen en interna y externa; 2. Fuentes de financiamiento; 3. Por moneda de contratación, y 4. Por país acreedor		c) Indicadores de resultados

Cuadro 1. Información financiera obligatoria para generarse periódicamente, de acuerdo al artículo 46 de la Ley General de Contabilidad Gubernamental

### *Análisis de la información*

Para determinar la asociación entre el grado de transparencia se obtuvo el porcentaje de requisitos cumplidos (PRC=información financiera disponible en la web / información financiera obligatoria) y se sistematizó el número de observaciones por el incumplimiento de objetivos, metas, disposiciones legales y normativas relacionadas con las variables de estudio, analizándose mediante estadística descriptiva. Asimismo, se consideró como una institución con sostenibilidad financiera, aquella que durante 2016, 2017 y 2018 tuvo la capacidad financiera para hacer frente a los costos operativos, de personal y administrativos, es decir, que utilizaron su presupuesto con objetividad y profesionalismo.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo investigativo se estudió la relación entre el grado de transparencia de las universidades públicas estatales y su sostenibilidad financiera. En cuanto a la variable de sostenibilidad financiera, de acuerdo con Moreno (2018), son 9 de las 34 universidades las que presentaron problemas de insolvencia financiera al cierre del año 2018, a causa de sus regímenes de pensiones y jubilaciones, así como del crecimiento de las prestaciones a sus trabajadores no reconocidas en los modelos de financiamiento que otorga el gobierno federal y estatal. Los resultados de la sistematización de las 247 auditorías muestran que, del total de 2,078 acciones promovidas (observaciones), son estas 9 instituciones las que mayor número recibieron, representando el 10.20%, 6.21%, 4.81%, 4.38%, 3.85%, 3.80%, 3.80%, 3.66%, 2.74% respectivamente. Aquellas relacionadas con la obligación de transparentar el ejercicio de sus recursos se muestran en el Cuadro 2.

En cuanto al índice de responsabilidades de cumplimiento, dos de ellas no presentaron cuenta pública a sus respectivos estados, ni exhibieron en su página web información financiera alguna, por lo que su grado de cumplimiento es nulo. En contraste, una de ellas cumplió con transparentar los 23 puntos señalados en la Ley General de Contabilidad en su página web para ser consultada fácilmente.

Descripción de la observación	Tipo de universidad	Tipo de acción	Año
Actos u omisiones de la norma aplicable para los incisos a), b), c), d) y f) en materia de transferencia, registro e información contable y presupuestal y transparencia.	Sostenible financieramente	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2014
Actos u omisiones de la norma aplicable en materia de Capítulo 1000 Servicios Personales y transparencia.	Sostenible financieramente	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2013
Actos u omisiones de la normativa en materia de Transferencia de Recursos, Registro e Información financiera de las Operaciones, Destino de los Recursos y Transparencia.	Sostenible financieramente	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2014
Actos u omisiones de la norma aplicable en materia de Transferencia, Registro e información contable y presupuestal, servicios personales y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2013
Actos u omisiones de la norma aplicable para los incisos d), h), i) en materia de transferencias de recursos, adquisiciones y transparencia.	Sostenible financieramente	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2015
Actos u omisiones de la norma aplicable para los incisos d), l), m) y j) en materia de registros contables y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2015
Falta de observación de la norma aplicable en materia de transferencia de recursos y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2016
Actos u omisiones de la norma aplicable en materia de transferencia del recurso y registro e información contable y presupuestal y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria	2013
Actos u omisiones de la norma aplicable en materia de transferencia de los recursos y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria Promoción de	2015
Actos u omisiones de la normativa aplicable en materia de transferencia de recursos y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria Promoción de	2014
Actos u omisiones de la norma aplicable en materia de transferencia de recursos, registro e información financiera de las operaciones y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria Promoción de	2014
Actos u omisiones de la norma aplicable en la materia de transferencia de recursos, servicios personales y transparencia.	Con problemas financieros	Responsabilidad Administrativa Sancionatoria Promoción de	2013

Cuadro 2. Tipo de acciones promovidas en las 247 auditorías del año 2000 al 2016.

### Conclusiones

Los resultados presentan un panorama del cumplimiento del marco jurídico relacionado con la generación de información financiera y la transparencia por parte de las universidades estatales, como ente público que recibe y ejerce recursos del Estado. Al revisar las páginas electrónicas de cada una de ellas se pudo observar que, en algunos casos, no es de fácil acceso para los usuarios externos obtener los archivos que den cuenta del cumplimiento relacionado con requisitos señalados por la Ley de Contabilidad Gubernamental; mientras que otras, no presentan información actualizada respecto al periodo que deben informar, lo cual es consistente con lo señalado por De la Rocha (2009), aunque hay que reconocer el esfuerzo de muchas de ellas por hacerlo y socializar el tema del derecho a la información entre la comunidad universitaria. Entre lo más importante de los hallazgos se encuentra la coincidencia entre crisis financiera e incumplimiento a la normatividad en materia de contabilidad y transparencia, dado que algunas universidades etiquetadas como en crisis en 2018 por su insolvencia incumplieron con presentar cuenta pública en sus portales de transparencia y en el de sus entidades federativas, lo que invita a preguntarse sobre las razones de su incumplimiento. Cabe resaltar, que si bien puede haber sostenibilidad operativa y eficiencia financiera, a la vez que puede que no haya sostenibilidad financiera, por lo que es importante que las autoridades universitarias, actores sindicales y autoridades gubernamentales reflexionen que el subsidio que reciben estas instituciones representa una sostenibilidad limitada, por lo que cobra aun mayor importancia, que cada universidad sea administrada estratégicamente, si en realidad se quiere brindar un servicio de calidad como lo demanda el derecho humano a la educación.

### Recomendaciones

La transparencia es un tema que debe interesar a todos, no se puede construir un país con bienestar sin la participación de la sociedad, el cumplimiento a la normatividad, pero sobre todo el compromiso de brindar educación de calidad, en este caso de la educación superior. Por ello, este trabajo, al igual que otros realizados en el tema, invitan a más investigadores a mirar lo que acontece en sus propias universidades o centros educativos para que hablen de lo que allí acontece, así también participen socializando con sus estudiantes lo importante de informarse, porque es un reto la construcción de la democracia del país que, lo cual se logrará solamente con la contribución de todos los mexicanos. En especial es de suma importancia que se haga uso eficaz y eficiente de los recursos presupuestales asignados, valorando así los esfuerzos que hace la sociedad por contribuir con sus impuestos al sostenimiento de cada centro del saber para contribuir a la sostenibilidad de las universidades públicas estatales.

### Referencias

- De la Rocha, D. (2009). Transparencia, rendición de cuentas, y derecho de acceso a la información en las universidades públicas de México. In La Transparencia en las Universidades Públicas de México (pp. 101–114). México D.F.: Artículo XIX. Recuperado de [http://www.infodf.org.mx/comsoc/campana/2009/LIBRO\\_LA\\_TRANSPARENCIA\\_EN\\_LAS\\_UNIVERSIDADES.pdf](http://www.infodf.org.mx/comsoc/campana/2009/LIBRO_LA_TRANSPARENCIA_EN_LAS_UNIVERSIDADES.pdf)
- Escardíbul, J., & Pérez, C. (2013). La financiación de las universidades públicas españolas. Estado actual y propuestas de mejora. *Revista de Educación y Derecho*, (8). Recuperado de <file:///C:/Users/cluzl/Downloads/Dialnet-LaFinanciacionDeLasUniversidadesPublicasEspanolasE-4418392.pdf>
- Fernández, D. (2009). Sustentabilidad financiera y responsabilidad social de los servicios de agua potable y saneamiento en América Laatina. In CEPAL (Ed.), *Contabilidad regulatoria, sustentabilidad financiera y gestión mancomunada: temas relevantes en servicios de agua y saneamiento* (pp. 29–50). Santiago de Chile. Recuperado de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6346/S0900587\\_es.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6346/S0900587_es.pdf?sequence=1)
- Jiron, A. (2015). Ficha Metodológica. Análisis de la Sostenibilidad Financiera Institucional. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura . Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-av201s.pdf>
- Moreno, T. (2018). En crisis financiera 9 universidades públicas estatales, dice Otto Granados. Recuperado en Abril 6, de 2019, de <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/politica/en-crisis-financiera-9-universidades-publicas-estatales-dice-otto-granados>.
- Sontag-Padilla, L.M., Staplefoote, L. & González M., K (2012). Financial Sustainability for Nonprofit Organizations. A Review of the Literature. RAND. Recuperado en abril de 2019, <http://www.rand.org/content/dam/rand>

# ANÁLISIS DE COBERTURA VEGETAL DE MANGLARES DEL GOLFO Y DEL CARIBE DE MÉXICO MEDIANTE EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADO

Getzemany Belem Lara Ramírez<sup>1</sup>, Cesar Ricardo Zaldívar Santoyo<sup>2</sup>,  
Frida Iliana Tarango García<sup>3</sup> y Carlos Peralta Olmedo<sup>4\*</sup>

**Resumen---**Los humedales son ecosistemas hídricos que ofrecen una gran cantidad de servicios ecosistémicos, así como una importante diversidad. Sin embargo, la deforestación, la extracción de recursos y el cambio de uso de suelo (CUS) han afectado considerablemente su estructura funcional, al grado que fue necesario incluirlos en la lista de protección especial. El análisis del índice de vegetación normalizado (NDVI), a partir de imágenes satelitales, nos permitirá obtener una estimación de la calidad y cantidad de los humedales presentes en el Golfo y en el Caribe mexicano. En este estudio, encontramos una disminución significativa de la cantidad de vegetación, derivado principalmente de acciones antrópicas. Por lo que es necesario generar un esquema de aprovechamiento sustentable y transdisciplinario que evite la vulnerabilidad de los manglares. Para ello, se deben caracterizar los subsistemas que constituyen al todo, que permitan entender los factores que intervienen en las disyuntivas o sinergias en el uso de los recursos y al mismo tiempo, generar mecanismos y estrategias con mayor aplicabilidad para contribuir a la permanencia de la humanidad dentro de un espacio seguro y sustentable.

## Introducción

La convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar) tiene como prioridad conservar y vigilar el uso sustentable de los humedales a niveles locales y nacionales. Dentro de esta categoría se incluyen alrededor de 2200 humedales distribuidos alrededor del mundo (Ramsar, 2016). La particularidad de estos ecosistemas acuáticos, se debe a que presentan características como: cuerpos de agua con o sin corriente, naturales o artificiales, de agua dulce, salobre o salada y que su profundidad no exceda los seis metros (Junk, 2002; Mitsch y Gosselink, 2000; Ramsar, 2016). Para mantener su estabilidad, se debe tener en cuenta la retención de los flujos de agua, el efluente y afluente del agua superficial y subterránea (Brink, et al., 2013). Se clasifican en tres categorías: humedales marino-costeros, humedales continentales y humedales artificiales. Entre los humedales marino-costeros encontramos: lechos marinos submareales, arrecifes de coral, pantanos, playas, estuarios, manglares, lagunas costeras y sistemas hídricos subterráneos. Estos son los más productivos del mundo, al proveer bienes y servicios que benefician directamente a las comunidades humanas (Ramsar, 2016).

Los humedales cumplen funciones importantes en los ecosistemas, entre ellas se encuentran la regulación del ciclo del carbono y del agua, regulan la cantidad de agua superficial y subterránea. Además, controlan la erosión y transporte de sedimentos, lo que ayuda a la resiliencia de las zonas mediante la mitigación de fenómenos meteorológicos, y funcionan como sumideros de CO<sub>2</sub> (Brink, et al., 2013; MEA, 2005; Ramsar, 2016).

Estas funciones que cumplen los humedales para el beneficio humano se les conoce como servicios ecosistémicos (MEA, 2005). Muchos de ellos están relacionados con el agua por ofrecer suministro, regulación y purificación del agua y reposición de aguas subterráneas; siendo fundamentales para alcanzar los objetivos de seguridad hídrica y alimentaria (producción de cosechas y viveros para la industria pesquera). También, desempeñan papeles importantes en relación con el reciclamiento de nutrientes, mitigación del cambio climático, seguridad laboral (por ejemplo, mantenimiento de la pesca, calidad del suelo para la agricultura). Además de beneficios culturales, entre ellos conocimientos (científicos y tradicionales), recreación y turismo, y formación de valores culturales, incluidos la identidad y valores espirituales (Costanza, et al., 1997; MEA, 2005; Ramsar, 2016). Económicamente hablando, tan solo por las pesquerías, se estima que los humedales tienen un valor de US\$37,500 por hectárea cada año. Mientras que los costos por recuperación de zonas dañadas ascienden a US\$1,020 por hectárea. Para restaurar exitosamente tanto la cobertura vegetal y las funciones ecológicas de un bosque de manglares varían entre US\$3,000 y US\$510,000 por cada hectárea, dependiendo del plan de reforestación que se realice (CONAFOR, 2013).

Los humedales son de las áreas con mayor biodiversidad del mundo y constituyen el hábitat fundamental de numerosas especies. La Convención de Ramsar menciona que existen cerca de 2,000 sitios, con

<sup>1</sup> Alumna del sexto semestre de la carrera de Ingeniería Ambiental, del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. [gbralara@gmail.com](mailto:gbralara@gmail.com)

<sup>2</sup> Alumno del sexto semestre de la carrera de Ingeniería Ambiental, del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. [cesarzaldivarss@gmail.com](mailto:cesarzaldivarss@gmail.com)

<sup>3</sup> Alumna del sexto semestre de la carrera de Ingeniería Ambiental, del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero. [mahapriyadd@gmail.com](mailto:mahapriyadd@gmail.com)

<sup>4\*</sup> Profesor de la carrera de Ingeniería Ambiental del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Gustavo A. Madero y del CCH-OTE, UNAM. [karlosscor@gmail.com](mailto:karlosscor@gmail.com) (Autor corresponsal)

una extensión de más de 1.9 millones de km<sup>2</sup> que alberga especies únicas en el mundo como arrecifes de coral, aves acuáticas, anfibios y mamíferos, como el hipopótamo, el manatí y el delfín de río. Sin embargo, debido al crecimiento poblacional, al cambio de uso, a la sobre explotación de recursos marinos y políticas públicas ligadas a intereses particulares, su cobertura se ha visto seriamente amenazada ya que en 1980 se tenía una superficie de 19.8 millones de hectáreas alrededor de todo el mundo, sin embargo, para el año 2015 se estimó que quedaban 15.2 millones de hectáreas, lo que equivale a una disminución cerca del 23% a nivel mundial (CONABIO, 2007; CONABIO, 2009).

Para el caso de México, en 1999 el 84% de los humedales de la lista de Ramsar habían sufrido cambios ecológicos o estaban amenazados de sufrir drenaje para la agricultura, asentamientos y urbanización, contaminación y caza de animales, con lo que se estima se ha perdido el 50% de los humedales registrados en nuestro país. Para el 2012, se había perdido o degradado el 62% de los humedales (CONABIO, 2013). Por ello, se tiene una necesidad creciente de proteger estas áreas, ya que en nuestro país existen cuatro especies de mangle como: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Para el caso del Caribe mexicano, se cuenta con una extensión del 55% del total de extensión del país, mientras que el Golfo cuenta con el 11%. Siendo el estado de Campeche el que posee mayor extensión con el 25.2%, seguido de Quintana Roo (16.9%) y Yucatan con (12.9%) (CONABIO 2013; Valderrama-Landeros, et al., 2017). Para preservarlas es necesario considerar: 1) La utilización de especies nativas de los humedales en conjuntos característicos y grupos funcionales, 2) Ecosistemas de humedales autosustentables y con resiliencia integrados en el paisaje general, y 3) La reducción o eliminación de las causas de la degradación de los humedales.

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar y comparar el grado de degradación de distintos manglares presentes en el Golfo y Caribe mexicano, debido a que son las áreas con mayor pérdida de manglares a nivel nacional. Para lo cual se utilizaron imágenes satelitales e información proveniente del portal de CONABIO.

### Descripción del Método

Se eligieron tres áreas naturales protegidas que resaltan por su riqueza biológica: La Mancha, en Veracruz, Laguna de Términos, en Campeche, El Palmar, Ría Celestún y Ría Lagartos, en el estado de Yucatán. Para analizar la degradación de las áreas antes mencionadas, se descargaron imágenes del portal *Earth Explorer*, a partir del satélite LANDSAT 5 y 8 (Gandini, M., y Usonoff, E. 2011). Estas imágenes fueron analizadas en un sistema de información geográfica de código abierto llamado Quantum Gis. Se obtuvieron los valores umbrales del Índice Normalizado de Vegetación (NDVI), de los años 2011 y 2016. Posteriormente se filtraron con ayuda del complemento, esto se hizo con la finalidad de eliminar alteraciones en las imágenes como cuerpos de agua y nubosidad.

El método NDVI es útil para conocer la densidad de la vegetación y la actividad fotosintética de la misma, mediante la medición de la biomasa y la correlación de ésta con la evapotranspiración de las plantas. El NDVI se calculó por el promedio de la intensidad medida en la banda Rojo (R) (Banda 4) (610 – 680 nm) e infrarrojo cercano (NIR) (Banda 5) (780 – 890 nm), utilizando la fórmula:

$$NDVI = [(NIR - R) / (NIR + R)]$$

Los valores que toma el NDVI están en el intervalo de -1, que indica ausencia de vegetación, a +1, cobertura vegetal completamente sana y verde. Con ello, es posible establecer correlaciones positivas entre el NDVI y el dosel de vegetaciones homogéneas, siendo un buen indicador del estado y densidad de la vegetación. Todas las imágenes fueron realizadas con la proyección cónica conforme de Lambert para evitar sesgos de movimiento de áreas (Maldonado, J. et al., 2015).

### Resultados

Se encontró que en todos los sitios se encontraron valores bajos de NDVI para ambos años (Fig.1 y 2), lo que indica una baja cantidad de vegetación. Para el 2011 se encontraron valores más bajos en los sitios de Ría Lagartos y El Palmar (Fig. 1a y 1e), mientras que los sitios de La Mancha, Laguna de Términos y Ría Celestún tuvieron valores de NDVI más altos (Fig. 1b-d)

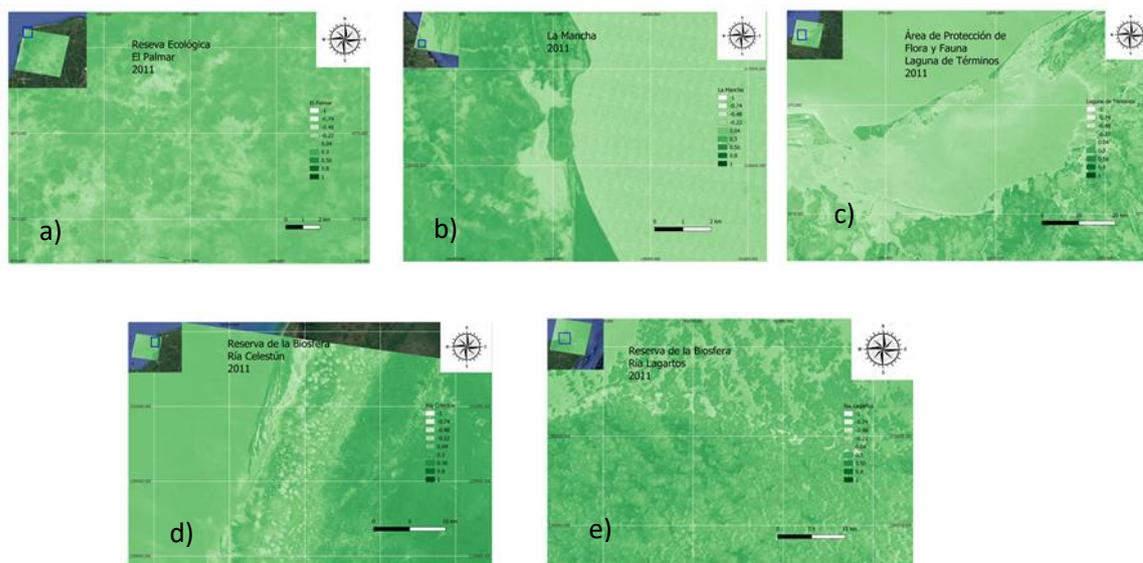


Fig. 1. Mapas de cobertura de NDVI del año 2011. En la a) la Reserva El Palmar, la b) La Mancha y la c) Laguna de Términos, d) Ría Celestún, e) Ría Lagartos.

Para el 2016 se encontraron intervalos de valores más similares de vegetación en Ría Celestún, Ría Lagartos, LA Mancha y Laguna de Términos (Fig. 2b-2e), mientras que en El Palmar su índice de vegetación disminuyó (fig. 2a).

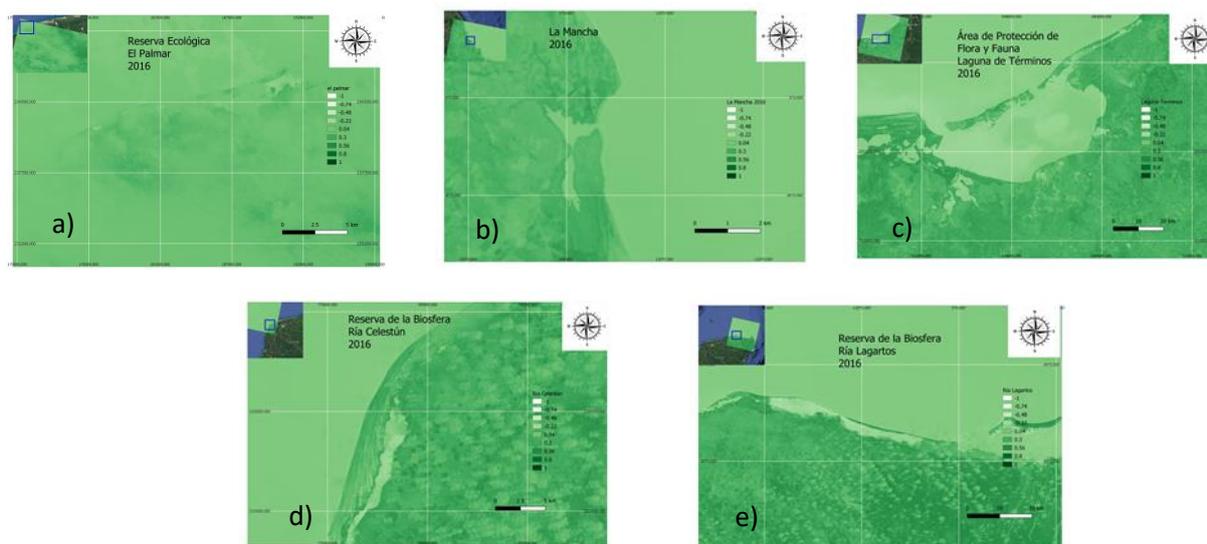


Fig. 2. Mapas de cobertura de NDVI del año 2016. En la a) la Reserva El Palmar, la b) La Mancha, c) Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, la d) Reserva de la Biosfera Ría Celestún y la e) Reserva de la Biosfera Ría Lagartos.

Estos índices de cobertura muestran que, en general tanto en La Mancha y El Palmar se han presentado una disminución mayor en la cantidad de área de cobertura vegetal a comparación de Laguna Términos. Los datos del año 2011 y 2016 muestran que el NDVI en El Palmar disminuyó de 0.3 de cobertura vegetal a 0.04. En La Mancha la pérdida de cobertura vegetal fue menor, ya que solo bajó de 0.3 a 0.04. En Laguna de Términos aumentó de 0.04 a 0.3, mientras que en Ría Celestún los valores tuvieron un aumento significativo ya que el valor mínimo de 0.04 subió a 0.3. Lo mismo pasó con Ría Lagartos que aumentó su índice de vegetación de - 0.22 a 0.3 de NDVI.

Esto concuerda con lo expuesto por CONABIO, donde la extensión de manglares en Veracruz ha disminuido cerca del 1370 ha en 5 años (del 2005 al 2010). Esta tendencia se ha mantenido con los análisis realizados. Mientras que, en El Palmar, la disminución de 2042 ha, en los mismos años y en Laguna de Términos

presenta una disminución menor de tan solo 345 ha (CONABIO 2013). De la misma forma, el crecimiento poblacional en estas áreas refleja un aumento en promedio de 250 habitantes por localidad en cinco años.

Para mitigar la pérdida de estos ecosistemas, en nuestro país se ha trabajado en su protección y regulación de las actividades que se desprenden de los humedales. Se han incluido a cuatro de las seis especies de humedales en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) que las coloca en la categoría de protección especial, además de incluirlas en el artículo de la Ley General de la Vida Silvestre, que prohíbe cualquier cambio que afecte la integralidad de estos ecosistemas. También se creó el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), que ayuda monitorear la distribución de manglares a partir de imágenes satelitales (Valderrama-Landeros, et al., 2017).

Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes para detener la degradación de estos ecosistemas. La principal problemática radica en que no se ha considerado al capital social para que intervenga en la solución de la problemática que aqueja a los manglares. Por lo que es necesario construir marcos analíticos y metodológicos inter y transdisciplinarios que permitan analizar las complejas dinámicas socioambientales de los problemas ambientales que se han derivado del Antropoceno (Calderón-Contreras, 2017).

Para generar un esquema de aprovechamiento sustentable y transdisciplinario (EAS) que evite la vulnerabilidad de los manglares, se deben caracterizar los subsistemas que constituyen al todo, que permitan entender los factores que intervienen en las disyuntivas o sinergias en el uso de los recursos. Para que sea definido por: 1) la conceptualización del sistema social, al describir sus niveles de interacción con el entorno. 2) La caracterización del sistema ambiental, definiendo su funcionamiento interno y su relación con el entorno. 3) La descripción de la interacción social y ecológica y su retroalimentación, y 4) el grado de relación entre estos sistemas, analizando la dinámica espacio-temporal de las interacciones (Binder et al., 2013; Urquiza et al., 2015).

De esta forma podremos prevenir la pérdida de servicios ecosistémicos de los humedales y mitigar, desde la trinchera de la conservación, la resiliencia de los socio-ecosistemas y entender los cambios e implicaciones del Antropoceno en escalas transversales, y al mismo tiempo, generar mecanismos y estrategias con mayor aplicabilidad para contribuir a la permanencia de la humanidad dentro de un espacio seguro y sustentable.

#### *Conclusiones*

Los resultados del presente trabajo demuestran que las distintas áreas de protección Ramsar, han tenido una disminución significativa en el índice de vegetación. Lo que sugiere que ha sido inducido por la falta de políticas públicas integradoras que tomen en consideración el aspecto social y por el crecimiento poblacional en las distintas zonas. Por lo que resulta pertinente generar acciones que coadyuben en la protección de los humedales y mejoren su calidad ambiental y por ende los servicios ecosistémicos que ofrecen.

El cambio de uso de suelo, las alteraciones del flujo hidrológico, y la contaminación de los humedales, podrían reflejar el aumento de prácticas agrícolas o industriales que provocan pasivos ambientales y aumentan la perturbación y sobreexplotación del medio. Lo que genera la modificación de ecosistemas, alterando sus flujos naturales e impactando directamente en los indicadores económicos de la zona.

El concepto de bienes y servicios naturales, debe replantearse en un sentido de conservación, haciendo énfasis en el eje socio ecosistémico que guíen a la sociedad a prácticas conscientes de explotación con la finalidad de aumentar las áreas productivas de los humedales.

#### *Recomendaciones*

Este trabajo es un esfuerzo por medir la degradación de las zonas Ramsar del país, se recomienda trabajar con más áreas, así como fortalecer los índices de vegetación mediante un análisis de componentes. También, se podrían contrastar la calidad y cantidad de vegetación mediante visitas a campo para que la medición de la extensión de áreas verdes tenga mayor confiabilidad, con la finalidad de procurar la conservación de vegetación en zonas tropicales es un punto medular en la economía de los socio-ecosistemas aledaños a los humedales.

## Referencias

- Binder, C., Hinkel, J., Bots, P., y Pahl-Wostl, C. 2013. Comparison of frameworks for Analyzing Social-ecological Systems. *Ecology and Society*. 18(4):26.
- Brink, D. et al. 2013. La Economía de los ecosistemas y la biodiversidad relativa al agua y los humedales. TEEB agua y humedales.
- Calderón-Contreras, C. (Coord.). 2017. Los Sistemas socioecológicos y su Resiliencia: Casos de estudio. Gedisa, Ed. Ciudad de México, México. 261pp.
- Comisión Nacional forestal (CONAFOR). 2013. Boletín 94: Existen 770 mil 57 hectáreas de manglares en México. SEMARNAT.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2007. Los Manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1ra. Etapa. México. 70pp.
- Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.
- Costanza, R. et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Gandini, M. y Usonoff, E. 2011. Análisis multivariado de la relación entre variables de importancia agroecológica y NDVI. Capítulo 3. En: Rivas, R., Carmona, F. y Ocampo, D. (Editores). Teledetección: Recientes aplicaciones en la Región Pampeana. Buenos Aires, Argentina. Centro de Investigaciones Científicas. 125pp.
- Junk, W. J. 2002. Long term environmental trends and the future of tropical wetlands. En: *Environmental Conservation*. 29 (4). Pp. 414-435.
- Maldonado, J. et al. 2015. Análisis de las tendencias del NDVI con imágenes satelitales en Cuauhtémoc, Chihuahua (2000-2014). *Memorias en extenso SELPER-XXI-México*. 12-16.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2010. *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. Ecosystems. World Resources Institute, Washington, D.C. 285.
- Mistch, W. y Gosselink, J. 2000. The Values of Wetlands: Landscapes and Institutional Setting. *Ecological Economics*. 35:25-30.
- Ramsar. 2016. Introducción a la Convención sobre los Humedales. Subserie I: Manual 1 cooperación internacional sobre los humedales. 118.
- Rodríguez-Zúñiga, M.T., et al. 2013. Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
- Urquiza, G., y Cadenas, H. 2015. Sistemas socio-ecológicos: elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordonarie des Amériques*. 218.
- Valderrama-Landeros L. H., et al. 2017. Manglares de México: actualización y exploración de los datos del sistema de monitoreo 1970/1980–2015. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México.

# COMPETENCIAS GERENCIALES DE LOS MICROEMPRESARIOS CHETUMALEÑOS

M.Ed. María Guadalupe Lara Vera  
MC.Ed. María Guadalupe de los Ángeles Noverola Muñoz  
Dra. María Magdalena Ku Mota

**Resumen**— El estudio tiene como finalidad distinguir las competencias gerenciales que serán aplicables a los microempresarios chetumaleños de acuerdo a las necesidades establecidas por factores internos como sus actitudes, conducta, liderazgo, comportamiento de los miembros de la empresa. La problemática que enfrentan los microempresarios se refiere al cierre masivo de empresas, a factores como la edad, género y escolaridad de los mismos; a la llegada de compañías nacionales y transnacionales y al nuevo modelo de eCommerce. Esta es una investigación documental, cualitativa, de tipo descriptiva, comprensiva. Como técnica se utiliza la triangulación de teorías en competencias gerenciales de diversos autores. Se revisaron y analizaron las propuestas de cada autor obteniendo criterios generales y específicos. Se procedió a emitir conclusiones y recomendaciones para que con éstas se proceda a construir, en la siguiente fase del proyecto, un instrumento para aplicar en una investigación de campo que determine el perfil por competencias gerenciales de los microempresarios chetumaleños.

**Palabras clave**— competencias gerenciales, empresarios chetumaleños

## Introducción

Esta revisión de literatura sobre las competencias gerenciales servirá para conformar el estado del arte de las acciones que se desarrollarán en un proyecto que contribuya determinar el perfil de competencias en los empresarios de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México. En un primer estudio se tuvo el propósito de identificar las debilidades y fortalezas de los empresarios y al mismo tiempo comparar y seleccionar competencias gerenciales que servirán para proponer un perfil que permita a los empresarios tener un mejor desempeño ante los cambios inminentes del momento histórico que se vive, la volatilidad e incertidumbre que los obliga a estar preparados para competir en un mundo virtual casi en su totalidad.

Las competencias están en un constante proceso de transformación, y no todas las definiciones coinciden porque, algunas se centran en su función y otras en su estructura. Este concepto ha sido estudiado desde varios enfoques: deportivo, académico, empresarial, políticos, entre otros. En este estudio se aborda el que se refiere a los empresarios en sus micronegocios.

En Chetumal, un gran porcentaje de negocios se constituyen en pequeñas empresas o microempresas, generalmente familiares, del giro comercial, por lo que necesitan organizarse ya que de ellas dependen varios miembros de una familia. El emprendedor microempresario tiene algunas conductas empresariales que le ayudan a desempeñar su rol y que serían similares a alguna de las competencias o rasgos que se tratan en este estudio. Él es dueño de un negocio que vende hasta \$ 3,000.000.00 al mes y tiene un máximo de 10 trabajadores; es un trabajador independiente; es el principal responsable del éxito o fracaso de su negocio; tiene iniciativa propia; su objetivo personal es satisfacer sus necesidades y las de su familia, identifica necesidades en las personas para ofrecerles productos o servicios; está dispuesto a asumir riesgos para lograr sus metas; se compromete con sus ideas y proyectos; genera recursos y riqueza; llega con sus productos o servicios a sus clientes; tiene la capacidad de obtener beneficio económico de sus acciones.

---

<sup>1</sup>M.Ed. María Guadalupe Lara Vera es profesora en el Instituto Tecnológico de Chetumal en el área de Ciencias Económico Administrativas. Chetumal, Quintana Roo, México. (**autor corresponsal**). lupitalaravera721210@gmail.com

<sup>2</sup>MC.Ed. María Guadalupe de los Ángeles Noverola Muñoz es profesora en el Instituto Tecnológico de Chetumal en el área de Ciencias Económico Administrativas. Chetumal, Quintana Roo, México. mnoverola@itchetumal.edu.mx

<sup>3</sup>Dra. María Magdalena Ku Mota es profesora e investigadora en el Instituto Tecnológico de Chetumal en el área de Ciencias Económico Administrativas. Chetumal, Quintana Roo, México. mku@itchetumal.edu.mx

Las microempresas comerciales hoy día tienen poca permanencia en el mercado después de su apertura, o bien tienden a cerrar por diversas causas, entre ellas: las grandes empresas están sepultando sus ventas, incompetentes para pagar sus gastos de operación como luz, agua, entre otros, el escaso y costoso financiamiento, la competencia cada vez mayor del comercio informal, la extenuante gestión fiscal, la falta de capacitación continua que apoye al microempresario en la toma de decisiones, esto último, aunado a su falta de preparación académica y experiencia en el liderazgo, así como también a la influencia continua de las relaciones familiares en el trabajo (Dorado, 2019; Guzmán, 2019; Mejías, 2018; Mena, 2019 y Mendoza, 2019). Lo anterior, se ve reflejado en el desconocimiento para elaborar planes estratégicos a corto y mediano plazo, el uso de presupuestos ineficaces, el mal uso de los servicios contables y administrativos, la mala gestión financiera, la ineficacia en la administración de los recursos humanos, y la falta de inversión en investigación, innovación y desarrollo. La capacidad emocional e intelectual de quienes incursionan en el ámbito empresarial se vuelve un factor indispensable.

### Descripción del método

Para la conformación del estado del arte, se revisaron fuentes confiables de diversos tipos, libros y revistas sobre la temática de las competencias y en particular de las competencias gerenciales. Se utilizó la técnica de triangulación que se refiere al uso de diversas metodologías (cuantitativas y cualitativas), de fuentes de datos, de teorías, de investigadores o de ambientes en el estudio de un fenómeno. El término triangulación es tomado en la medición de distancias horizontales durante la elaboración de mapas de terrenos o levantamiento topográfico, donde al conocer un punto de referencia en el espacio, éste sólo localiza a la persona en un lugar de la línea en dirección a este punto, mientras que al utilizar otro punto de referencia y colocarse en un tercer punto (formando un triángulo) se puede tener una orientación con respecto a los otros dos puntos y localizarse en la intersección. Este término metafórico representa el objetivo del investigador en la búsqueda de patrones de convergencia para poder desarrollar o corroborar una interpretación global del fenómeno humano objeto de la investigación y no significa que literalmente se tengan que utilizar tres métodos, fuentes de datos, investigadores, teorías o ambientes (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005).

### Comentarios Finales

#### Resultados

Como se menciona en el apartado de Introducción, el concepto de competencias se visualiza desde varias perspectivas, en este estudio se refiere al desarrollo de habilidades de empresarios, en cuanto a la formación de profesionales que se desenvuelven en empresas de cualquier magnitud. La formación en competencias profesionales es uno de los objetivos esenciales de la universidad actual. Sin embargo, es interesante destacar que el interés por ellas no surge en el contexto universitario, sino en el mundo del trabajo en la década de 1870; es a partir de los estudios de McClelland (1973), Mertens (1997; 2000), que comienza una búsqueda orientada al hallazgo de criterios científicos explicativos de la eficiencia de las personas en el desempeño laboral (González y González, 2008).

La revisión de la bibliografía y teorías sobre el tema de competencias laborales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Competencias laborales**

Año	Autor	Aportación
1971	Weber	Las competencias se establecen de acuerdo a una calificación por medio de pruebas o diplomas que las certifican.
1973	McClelland Mintzberg	Necesidad de calificar y cualificar a los individuos de acuerdo a criterios que estuvieran acordes tanto a conocimientos como habilidades. Introduce el enfoque por resultados que se orienta a lo que el gerente puede o debe alcanzar.
1982	Boyatzis	Competencias umbral son las competencias mínimas que deben tener todos los directivos y de las competencias superiores que destacan los logros sobresalientes de los directivos más efectivos. Se orienta hacia el individuo y generaliza los rasgos, comportamientos o habilidades cognitivas para el trabajo gerencial sin importar el contexto de que se trate. Realizó un estudio a partir del cual elaboró un modelo genérico de competencias que explica el desempeño exitoso de la actividad gerencial, compuesto por las competencias siguientes: Gestión y acción por objetivos, liderazgo, gestión de

		recursos humanos, dirigir subordinados, enfocar a otras personas y el conocimiento específico.
1986	Hales	Enfoque por procesos y tareas.
1991	Woodruffe	Establece las competencias genéricas (todas aquellas que se orientan a la persona) y las específicas (aquellas que se orientan a tareas vinculadas con el desempeño gerencial).
1996	Gonczi y Athanasou	La competencia se concibe como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño de situaciones específicas.
1997	Leboyer	El diagnóstico de competencias implica también diagnosticar los "medios útiles para adquirirlas" y por otra parte, considerar el aspecto "desarrollo", ya que este está indisolublemente ligado al concepto de competencias.
1999 2003	Proyecto Tuning propuesto en la Declaración de Bolonia de 1999	Se centra en las estructuras y el contenido de los estudios no en los sistemas educativos. Se introduce el concepto de resultados del aprendizaje y competencias. El proyecto Tuning tiene 4 líneas de acción: 1. Competencias genéricas y específicas, 2. Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación, 3. Créditos académicos, 4. Calidad y transparencia, Comparabilidad internacional de titulaciones
2001	Corominas	Las competencias específicas están más centradas en el "saber profesional", el "saber hacer", y el "saber guiar" el hacer de otras personas; mientras que las competencias genéricas se sitúan en el "saber estar" y el "saber ser".

En el contexto de las competencias gerenciales, en el año de 1973, era conveniente haber sido un buen subordinado para ser un buen jefe. Además de que el líder mandaba y los subordinados obedecían (Teoría X de McGregor, 1960). Aproximadamente hace 25 años se comienza a considerar la especialización del personal y con ello la asignación de un área de responsabilidad. Esta especialización conlleva a la capacitación para la cual las empresas destinan tiempo, dinero y esfuerzo (Siliceo, 1996).

En México, no ha habido estrategias adecuadas para conseguir que los micro y pequeños empresarios tomen conciencia de la importancia de prepararse para dirigir, ya que las estadísticas demuestran que sólo quienes invierten en este rubro tienen alguna posibilidad de competir. Se alcanza a ver con algunos negocios que han llegado hasta el modelo de franquicias y que han obtenido mejores posibilidades de competencia. Hoy día se requiere que el empresario sea una persona preparada, comprometida, con determinación, capaz de desarrollar una buena gerencia, competente y con experiencia (Serralde, 2019).

En resumen, las siguientes competencias se proponen a los microempresarios y se encuentran entrelazadas entre las competencias genéricas y las específicas en la siguientes tablas. Primeramente las *competencias genéricas* del proyecto tuning la presenta Bravo (2006) en la Tabla 2.

**Tabla 2. Competencias genéricas del Proyecto Tuning**

Competencias genéricas	
Capacidad de trabajo en equipo	Capacidad de abstracción, análisis y síntesis
Capacidad de comunicación oral y escrita	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
Capacidad para formular y gestionar proyectos	Capacidad para organizar y planificar el tiempo
Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes	Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión
Capacidad creativa	Capacidad de investigación
Habilidad para trabajar en forma autónoma	Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente

Habilidad para trabajar en contextos internacionales	Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de diversas fuentes
Compromiso con la calidad	Capacidad crítica y autocrítica
Compromiso ético	Capacidad para actuar en nuevas situaciones
Responsabilidad social y compromiso ciudadano	Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas
Capacidad de comunicación en un segundo idioma	Capacidad para tomar decisiones
Habilidades interpersonales	Compromiso con la preservación del medio ambiente
Compromiso con su medio socio-cultural	Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad

En cuanto a las competencias específicas mucho se ha discutido sobre cuáles deben tener los gerentes para destacar en el ámbito administrativo de los negocios. A continuación, se presentan las competencias que destacan para el logro de un desempeño eficaz y acorde a los tiempos actuales. (Ver Tabla 3).

**Tabla. 3 Las competencias gerenciales (específicas)**

Competencias gerenciales	Boyatzis 1982	Hales 1986	Woodruffe 1991	Gonczy y Athanasou 1996	Leboyer 1997	Corominas 2001	Conclusión
Conocimientos técnicos de la administración	X	X	X				X
Ejercer el liderazgo	X		X			X	X
Dirigir grupos de trabajo	X		X			X	X
Desarrollar el pensamiento analítico y sistemático				X	X		X
Recopilar y sistematizar la información					X		X
Manejo de conflictos						Gerencia del S. XXI Representantes: Chanlat, Kliksberg, Kotter, Morgan, Nils, Kotz, Nielsen, Basile	
Establecer nexos y relaciones entre eventos diversos						Gerencia del S. XXI	
Estar informado						Gerencia del S. XXI	
Tener prospectiva						Gerencia del S. XXI	
Manejar al menos 2 idiomas						Gerencia del S. XXI	
Estar preparado ante la globalización y la multiculturalidad						Gerencia del S. XXI	
Manejo de las TIC						Gerencia del S. XXI	
Estar dispuesto a romper paradigmas				X		Gerencia del S. XXI	X
Gestionar la planeación, el cambio y el desarrollo de la organización	X	X	X	X	X	X	X
Promover una cultura organizacional						Gerencia del S. XXI	

Las competencias marcadas como “Gerencia del siglo XXI” son aquellas que en los tiempos actuales resultan indispensables para sobrevivir en el ámbito empresarial y que van de acuerdo a las exigencias que demandan las nuevas tecnologías y sociedades de la información y del conocimiento.

### Conclusiones

Como puede notarse, el concepto de competencias se origina en el ámbito de la administración y es adaptado al ámbito educativo para fines de formación y capacitación de los recursos humanos que a su egreso se colocarán en el sector productivo como empleados o empleadores, emprendedores o líderes empresariales. Lo que señala la necesidad de retomar lo que algunos autores denominaron como la triple hélice (Chang, 2010) del desarrollo (universidad-gobierno-empresa), relación que contribuye a establecer vínculos, crear alianzas, intercambiar conocimientos, fortalecer y generar tecnología, a la diversificación, al desarrollo, a la investigación e innovación.

Con lo anterior investigado, se cuenta con información suficiente que ayudará a determinar el perfil de los microempresarios chetumaleños después de haber aplicado los instrumentos necesarios que permitirán recoger los datos para su caracterización.

### Referencias

- Bravo, N. (2006). Competencias Proyecto Tuning-Europa, Tuning-América Latina. Bogotá, D.C.
- Chang, H. (2010). El modelo de la Triple Hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresa. *Revista Nacional de Administración*. 1(1) :85-94 enero-junio. Costa Rica.
- Dorado, R. (2019). Negocios pequeños en Chetumal están en Crisis. *Empresarial/Turismo/Chetumal*. Noticias. Canal 10 TV (3-01).
- González, V. y González, R. M. (2008). Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*. No. 47 pp. 185-209.
- Guzmán, K. (2019). En México, 1 de cada 3 de empresas familiares no llegan a tercera generación. *Negocios*. <https://www.milenio.com> (21 de febrero).
- Hellrigel, D. y Benavides, O. (2002). Competencias y competitividad: diseño para organizaciones latinoamericanas. Colombia. McGrawHill.
- Lombana, J.; Cabeza, L.; Castrillón, J. y Zapata, A. (2014). Formación en competencias gerenciales. Una mirada desde los fundamentos filosóficos de la administración. *Estudios Gerenciales* 30. (301-313). Elsevier.
- McGregor, D.M. (1960). *The Human Side of Enterprise*. En Yarhood, D.L. (1986). *Public Administration, --- Politics and People: Selected Readings for Managers, Employees and Citizens*, New York: Longman --- Publishing Group; 134-144.
- Medina, M.; Armenteros, M.; Guerrero, L. y Barquero, J. (2012). Las competencias gerenciales desde una --- visión estratégica de las organizaciones: un procedimiento para su identificación y evaluación del desempeño. *Revista Internacional de Administración y Finanzas*. Vol. 5 No. 2.
- Mejías, A. (2018). Los efectos de la falta de capacitación de empleados. <https://www.cuidatudinero.com> (13 de junio).
- Mena, E. (2019). Pega el empleo el ci erre de negocios. No aguantan la carga de impuestos, sueldos, además de la falta de clientela. Chetumal. <https://sipse.com> (18 de marzo).
- Mendoza, M. (2019). El 80% de las PYMES se estanca por falta de crédito. Pymes demandan 60 mil millones de dólares anuales en crédito, para impulsar nuevos proyectos y la creación de empleos, reportan los especialistas. *Publimetro*. <https://www.publimetro.com.mx> (28 de enero).
- Mipymes. Micro, Pequeña y Mediana Empresa. <http://www.mipymes.cl/que-es-un-microempresario/>
- Okuda, M. y Gomez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista --- Colombiana de Psiquiatría*. Vol. XXXIV/No. 1
- Serralde, A. (2019). Consultor en efectividad organizacional. 25 años de evolución gerencial en México. Reddin Consultants. <http://www.reddinconsultants.com/>
- Siliceo, A. (1996). Capacitación y desarrollo de personal. México. Ed. Limusa. S. A. Noriega Editores.

# Estudio de factibilidad para la ubicación urbana de una comercializadora de alimentos en la ciudad de Chetumal Quintana Roo

Erick Lee Gutiérrez

**En la presente investigación se va abordar el tema sobre el estudio de factibilidad para la ubicación de una comercializadora de alimentos en la ciudad de Chetumal Quintana Roo, cuyo objetivo es determinar la mejor ubicación para este desarrollo, considerando los factores y lineamientos que rigen las zonas de la ciudad. Colocar una comercializadora de alimentos en la ciudad en una zona restringida podría traer problemas de diferente índole; como por ejemplo problemas de tránsito vehicular en caso de colocarla en un lugar que hoy en día ya se encuentra saturado, o bien un problema ambiental que afecte a la ciudad, pobladores y al planeta en general, a causa de algún mal manejo de residuos y la cercanía con los cuerpos de agua existentes en la ciudad.**

## Introducción

Actualmente en la ciudad de Chetumal Quintana Roo existen diferentes zonas comerciales de abastecimiento de productos básicos comestibles los cuales sus principales distribuidores son supermercados y mercados, estos últimos ubicados en diferentes zonas de la ciudad, el primero se localiza en la calle Belice entre Mahatma Gandhi y Efraín Aguilar llamado mercado Ignacio Manuel Altamirano conocido coloquialmente como “mercado viejo” y el segundo ubicado sobre la calle CNC entre Calzada Veracruz y Av. Héroe y lleva por nombre Lázaro Cárdenas del Río, conocido como Mercado Nuevo.

Los mercados en la ciudad son la mejor opción de compra para comerciantes tanto por frescura de alimentos como precios competitivos pero el problema de estos establecimientos en la ciudad es que hoy en día existen mucho más productos que solo alimentos y acuden personas de todas partes lo que ha hecho de este lugar un caos vehicular y desabasto de estacionamiento causando que sea casi imposible el estacionamiento en esta zona si se quiere acudir a comprar.

Por otra parte, los super mercados no garantizan la frescura de alimentos ni la compra al por mayor de productos requeridos, así como precios no competitivos para sus clientes.

Con lo anterior se determina que los super mercados tienen una buena organización y un amplio lugar de estacionamiento evitando embotellamientos parciales pero carecen de frescura y precios competitivos en sus productos y los mercados de la ciudad por el contrario tienen precios accesibles para subdistribuidores pero es un caos el acceso a estos mismos, por lo cual el desarrollo de una comercializadora de alimentos en la ciudad es uno de las mejores opciones siempre y cuando se encuentre un punto urbano ideal para su implementación.

## Descripción del método

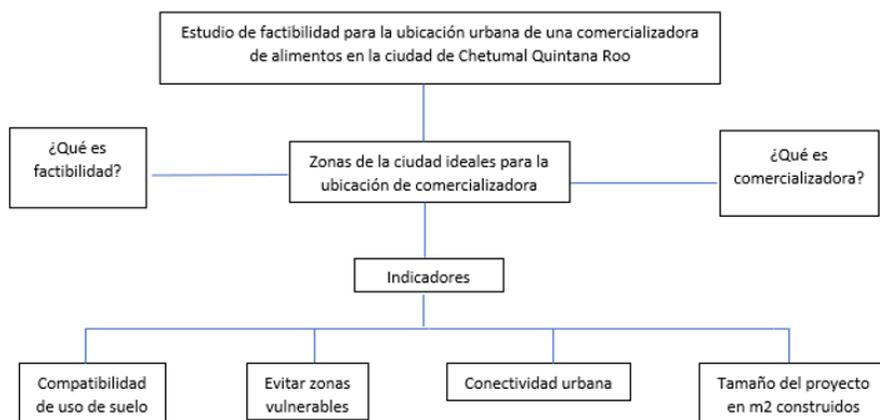
En esta investigación el objetivo es centrar los distintos indicadores urbanos que brindan la mejor ubicación para el proyecto

Indicadores:

- evitar zonas bajas donde se estanque el agua y se generen inundaciones
- zonas donde haya rutas de transporte urbano
- evitar las zonas donde actualmente sea un caos vehicular
- zonas cubiertas de infraestructura urbana; drenaje sanitario, drenaje pluvial, agua potable, red eléctrica, entre otros.
- 

Esta investigación es de tipo cualitativa exploratoria al orillarnos a investigar sobre un tema poco conocido e ir descartando zonas del proyecto mediante preguntas, entrevistas, indicadores y observaciones de este, obteniendo al final la zona ideal para el desarrollo del proyecto.

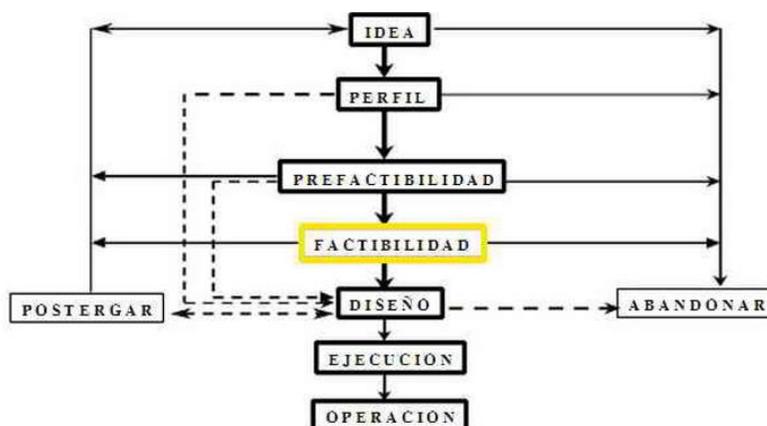
Metodología



Mapa conceptual 1. Metodología de proyecto. Fuente: propia

### ¿Qué es un estudio de factibilidad?

El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación. (Miranda Miranda, 2018)



Mapa conceptual 2. El estudio de factibilidad dentro del ciclo del proyecto. Fuente: Miranda

### Comercializadora

Una comercializadora es una empresa cuya función es aquella de comercializar algún tipo de producto, desde alimento de cualquier tipo hasta herramientas más sofisticadas, el objetivo de esta misma es el de mercadear o propagar la compra de dicho producto y/o servicio si así fuera siempre y cuando ya exista o este elaborado, regularmente las comercializadoras se dedican a vender los productos en grandes cantidades a sus clientes y aunque una comercializadora solo se encarga de su distribución mas no de su elaboración, existen diversas empresas que de igual manera se encargan de la elaboración del producto las cuales son llamadas comercializadoras y productoras. (bpo. shelter company, 2018)

El realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un comercio en alguna zona urbana es fundamental, ya que depende de este mismo el buen funcionamiento de la zona después de su intervención, es decir que el tráfico vehicular no afecte de una manera que haga imposible transitar por esa zona, que en un futuro la zona establecida no sufra de algún tipo de contaminación debido a los residuos de basura que genera ese establecimiento y no exista el tratamiento o el mobiliario urbano necesario para su almacenamiento, entre otras situaciones similares.

En la actualidad como profesionista encargado de un proyecto ya sea arquitecto, ingeniero, urbanista, etc. Es necesario realizar dicho proceso para conocer las ventajas y desventajas de nuestro proyecto, así como conocer que tanto afectaría a la ciudad y población y buscar la mejor manera y ubicación dentro de la urbe.

Dentro del reglamento de desarrollo urbano hay diferentes lineamientos a seguir y uno de los mas importantes es respetar las zonas regidas por un documento llamado programa de desarrollo urbano. En este documento se

encuentra todo Chetumal y alrededores de una forma organizada y seccionada con diferentes nomenclaturas las cuales indican que tipo de zona es y que tipo de desarrollo esta permitido en esa zona, así como nos indica por donde es que pasa la infraestructura urbana y si alguna zona de la ciudad está cubierta o no con dicho equipamiento urbano. En las diferentes nomenclaturas designadas para la clasificación de la ciudad en el PDU existen cinco de todas ellas en las cuales se va a focalizar ya que solo dentro de esas cinco se puede ubicar el proyecto en base a sus normas. Las clasificaciones que son compatibles con nuestro proyecto son:

- UMCV= uso mixto compatible con vivienda
- MIX= uso mixto
- CoD= comercio distrital
- ZI= zona industrial
- ZABI= zona de almacenes y bodegas industriales

En la figura #1 se puede ver las diferentes zonas que son de nuestro interés en base a las clasificaciones designadas para el proyecto y ubicar la más céntrica y adecuada para el trabajo.

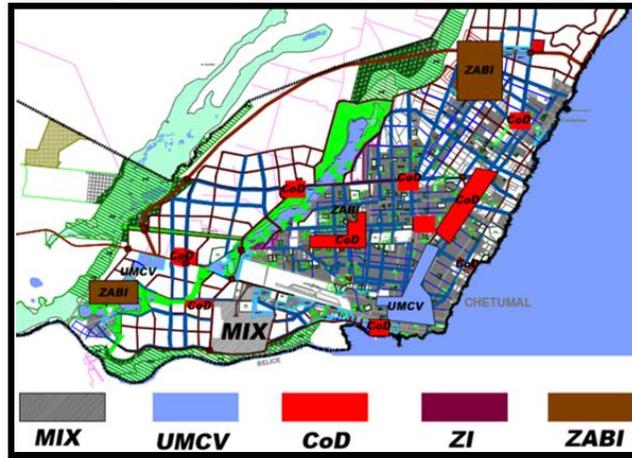


Figura # 1. clasificación de compatibilidad de usos de suelo, fuente PDU 2018 modificado por Erick Lee Gutiérrez

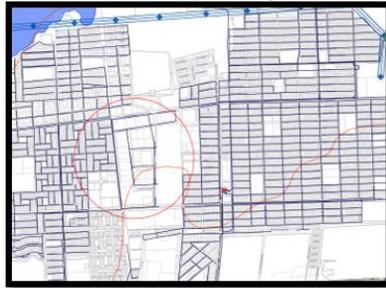
Tomando el mapa de la figura #1 se puede ubicar los predios de las clasificaciones disponibles en base a los lineamientos, sin embargo, se toma en cuenta drenaje, rutas de transporte urbano e infraestructura, así como la disponibilidad de espacios sin construir o predios baldíos en la ciudad.

Dentro del cuadro urbano de la ciudad de Chetumal se establecen 5 clasificaciones de uso de suelo compatibles con el proyecto ya antes mencionadas. Para la elección del predio dentro de alguna de las clasificaciones se toma en cuenta que el lugar cuente con rutas de transporte urbano, por lo menos una o en su defecto que se encuentre en la misma manzana del predio, el abastecimiento de agua potable es un elemento primordial dentro de la elección, así como contar con drenaje tanto sanitario como pluvial y por ultimo pero no menos importante es contar con la disponibilidad del terreno, es decir que no se encuentre algún edificio o construcción actualmente.



Figura #2. Ubicación y designación de predio para proyecto (ZABI). fuente PDU 2018 modificado por Erick Lee Gutiérrez

En la figura #2 muestra la ubicación del terreno elegido que se encuentra sobre la calle 4 de marzo entre Erick Paolo Martínez y Av. Maxuxac y la podemos ubicar por las letras en color negro ZABI, dentro de esta clasificación actualmente se encuentran comercios y bodegas industriales, así como predios baldíos.

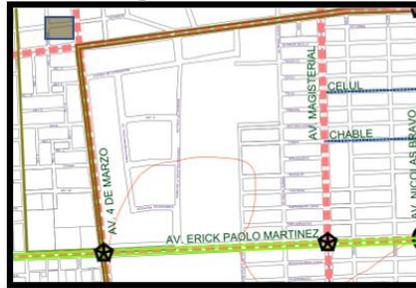


— Línea de abastecimiento agua potable

Figura #3. Área de abastecimiento agua potable

Figura #3. Área de abastecimiento agua potable

Fuente PDU 2018 modificado por Erick Lee Gutiérrez



— Ruta plaza las Américas Erick Paolo

— Ruta maxuxac

Figura #4. Rutas de transporte urbano



— Red de drenaje sanitario

Figura #5. Distribucion de drenaje sanitario

Fuente PDU 2018 modificado por Erick Lee Gutiérrez



— Atarjeas

— Red de drenaje pluvial

Figura #6. Distribucion de drenaje pluvial



Foto # 1. Ubicación del predio



Foto # 2. Vialidades de manzana disponible



Foto # 3. Colindancias de comercios actuales



Foto # 4. Predios baldíos

Tomando en cuenta todas las figuras anteriores las cuales muestran ejemplos de donde se ubican las tomas principales de red de drenaje tanto pluvial como sanitario, así como la red de distribución de agua potable y rutas de transporte publico urbano se puede concluir que es la mejor opción sobre la calle 4 de marzo entre Erick Paolo Martínez y Av. Maxuxac ya que esa manzana entera está clasificada como ZABI= zona de almacenes y bodegas industriales y tomando en cuenta las rutas de transporte pasa mas de una ruta por la zona, en cuestión de drenaje no existe problema alguno ya que esta cubierta por dicha infraestructura así como red eléctrica y agua potable.

### **Bibliografía**

- bpo. shelter company. (19 de 02 de 2018). *labor mexicana* . Obtenido de <http://www.labormx.com/estudio-factibilidad.html>
- concepto definicion . (30 de 01 de 2019). *conceptodefinicion.de*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/comercializadora/guias empresariales>. (31 de 01 de 2019). *portal web del instituto nacional del emprendedor*. Obtenido de <http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=62&giro=0&ins=111>
- LGC. (30 de 01 de 2019). *logycom*. Obtenido de <https://www.logycom.mx/blog/como-funciona-una-comercializadora-en-mexico>
- Miranda Miranda, J. J. (19 de 02 de 2018). *gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-es-el-estudio-de-factibilidad-en-un-proyecto/>
- Pérez, V. C. (15 de 02 de 2018). *slides share*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Kalev88/estudio-de-factibilidad-8783905>
- procolombia. (31 de 01 de 2019). *colombiatrade*. Obtenido de <http://www.colombiatrade.com.co/preguntas-frecuentes/que-es-una-comercializadora-internacional>

## Corrosión Asistida por Esfuerzo en un acero API 5L-X52 en biocombustible

Rodrigo León Reyes<sup>1</sup>, Dr. José Guadalupe Chacón Nava<sup>2</sup>, Yarimar López Agustín<sup>3</sup>, Juan Amancio López Ojeda<sup>4</sup>, Dr. Sósimo Emmanuel Díaz Méndez<sup>5</sup>, M.C. Jorge Agustín Herrera Castillo<sup>6</sup>, Dr. Iván Durán Morales<sup>7</sup>, M.C. Javier Torres Jurado<sup>8</sup>, Dr. Juan Antonio Álvarez Arellano<sup>9</sup>, Dr. José Luis Rullán Lara<sup>10</sup>, Dra. Gabriela Karina Pedraza Basulto<sup>11</sup>

**Resumen**— El comportamiento del acero API 5L-X52 a la corrosión asistida por esfuerzo (CAE), en 9 mezclas de etanol-gasolina se evaluaron con el objetivo de determinar la susceptibilidad que presenta el acero y determinar de esta manera si es factible hacer el transporte de dicha mezcla en la tubería utilizada actualmente para hidrocarburos. Para ello se empleó la Técnica de Velocidad a Extensión Constante, posterior a la fractura estas se evaluaron mediante Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y como resultado de este análisis se determinó el tipo de falla presente, como conclusión de este estudio se determinó que las muestras no son susceptibles a la CAE.

**Palabras clave**— Corrosión Asistida por Esfuerzo (CAE), API 5L-X52, Biocombustible

### Introducción

Como resultado de la crisis internacional del petróleo, una de las alternativas a considerar son las fuentes de energía alterna, dirigiendo la atención hacia el etanol, como un producto de mezcla o sustituto de la gasolina, razón por la cual países como Brasil, Estados Unidos, Canadá, España, la India y Francia, entre otros lo han establecido como una alternativa energética.

Además del beneficio del incremento del octanaje de una gasolina regular (86 octanos) a una mezcla con etanol (130 octanos), funciona como un aditivo oxigenante, sirviendo de sustituto al MTBE (Metil terbutil éter), el cual se considera como nocivo al medio ambiente y además se reducen las emisiones de sustancias contaminantes como gases tipo invernadero [1], las especificaciones de la calidad del etanol son de acuerdo a la norma ATM D4806[2]. En este caso el denaturante es la propia gasolina base [3].

Corrosión Asistida por Esfuerzo (CAE), es la acción conjunta del proceso que involucra la interacción sinérgica de un ambiente corrosivo actuando en un material susceptible a ese medio en particular, así como la

<sup>1</sup> Rodrigo León Reyes, es alumno del Programa Educativo de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [leonrodrigo@hotmail.com](mailto:leonrodrigo@hotmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. José Guadalupe Chacón Nava, es Investigador del Centro de Investigación de Materiales Avanzados, Centro de Investigación de Materiales Avanzados, Chihuahua, Chihuahua, [jose.chacon@cimav.edu.mx](mailto:jose.chacon@cimav.edu.mx)

<sup>3</sup> Yarimar López Agustín, es alumna del Programa Educativo de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [lopez.vari94@gmail.com](mailto:lopez.vari94@gmail.com)

<sup>4</sup> Juan Amancio López Ojeda, es alumno del Programa Educativo de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [j.looj\\_trabajos@hotmail.com](mailto:j.looj_trabajos@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dr. Sósimo Emmanuel Díaz Méndez, es Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [ingsosimo\\_23@hotmail.com](mailto:ingsosimo_23@hotmail.com)

<sup>6</sup> M.C. Jorge Agustín Herrera Castillo, es Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [jorgeagustinh@yahoo.com.mx](mailto:jorgeagustinh@yahoo.com.mx)

<sup>7</sup> Dr. Iván Durán Morales, es Profesor- Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [ivanduran\\_75@hotmail.com](mailto:ivanduran_75@hotmail.com)

<sup>8</sup> M.C. Javier Torres Jurado, es Profesor- Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [jtorres@pampano.unacar.mx](mailto:jtorres@pampano.unacar.mx)

<sup>9</sup> Dr. Juan Antonio Álvarez Arellano, es Profesor- Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería y Director de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [jalvarez@delfin.unacar.mx](mailto:jalvarez@delfin.unacar.mx)

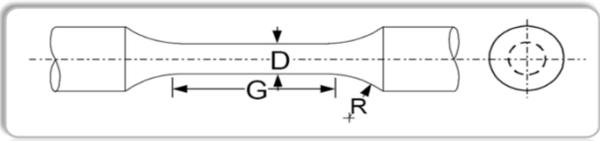
<sup>10</sup> Dr. José Luis Rullán Lara, es Profesor- Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería y Secretario Académico, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [jrullan@delfin.unacar.mx](mailto:jrullan@delfin.unacar.mx)

<sup>11</sup> Dra. Gabriela Karina Pedraza Basulto, es Profesor-Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen, Ciudad del Carmen, Campeche, [gabrielakarina.pedraza@gmail.com](mailto:gabrielakarina.pedraza@gmail.com)

presencia de esfuerzos (residuales o aplicados) en el material. Es una forma de falla de un material que puede ser muy peligrosa, ya que ingenierilmente es complejo detectar la nucleación, crecimiento y velocidad de propagación de una grieta al interior de un material la cual puede ser de tipo transgranular, intergranular y mixta [4,5,6].

### Metodología

Las probetas para el ensayo en el equipo CERT se maquinaron de acuerdo a la norma NACE TM0177-05, como se presenta en el Cuadro 1. [6]. Al término del maquinado y con el fin de eliminar las marcas ocasionadas por el mismo, las probetas se pulieron superficialmente hasta lija 1200 y antes del montaje en el equipo CERT se desengrasaron con etanol y se secaron bajo una corriente de aire caliente.

<b>D</b>	6.35±0.13 mm (0.250±0.005 in.)	
<b>G</b>	25.4 mm (1.00 in.)	
<b>R(min)</b>	15 mm (0.60 in.)	

Cuadro 1. Dimensiones del espécimen para la prueba de extensión

La preparación del electrolito se hizo a temperatura ambiente (25 °C) controlando 2 variables: concentración de agua presente y contenido de oxígeno. La matriz de experimentación involucró un medio patrón o blanco de Glicerina y 9 mezclas etanol- gasolina como se muestra en el Cuadro 2, donde E significa mezcla con Etanol y los dígitos siguientes el porcentaje en volumen del contenido de etanol en la mezcla.

Blanco	E10	E15	E20	E30	E40	E75	E85	E95	E100
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Cuadro 2. Nomenclatura del electrolito empleada para el acero API 5L-X52

Al finalizar cada prueba en el equipo CERT, la superficie de fractura de cada muestra fue observada en un microscopio electrónico de barrido JEOL 5800LV.

### Resultados y Discusión

De las probetas de estudio se comparan los resultados obtenidos para los medios E10 y E85 observando que de acuerdo a la Figura 1, la curva esfuerzo deformación presenta un comportamiento similar.

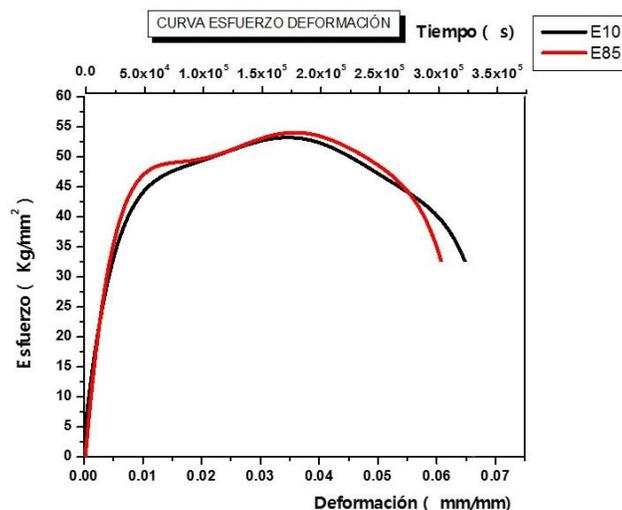


Figura 1. Curva esfuerzo-deformación en el medio E10 y E85 para el acero API 5L- X52

La mezcla E10 es utilizada actualmente para automóviles (hasta con 15 años de antigüedad), sin modificación en el motor y esta compatibilidad la posiciona como la mezcla más aplicada dentro de los biocombustibles [7], es de carácter obligatorio en países como Colombia, noroeste de Estados Unidos, Tailandia y China; en invierno la mezcla E95 se sustituye por la E85, que es utilizada para vehículos de combustible flexible y requieren componentes especiales debido a las altas concentraciones de etanol ambas mezclas son clasificadas como las más utilizadas en Estados Unidos y Suecia.

De acuerdo a los resultados por MEB, las Figuras 2 y 3 muestran la morfología de la superficie de fractura para las muestras expuestas en las soluciones E10 y E85. Estas morfologías son indicativas de una fractura de tipo dúctil, la cual se caracteriza por formación de dimples o microcavidades.

En todos los casos, las probetas fracturadas presentaron una fractura de tipo copa-cono.

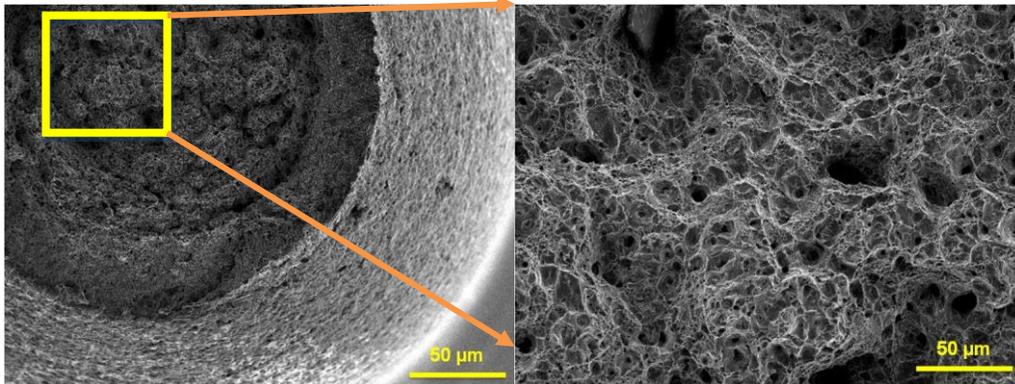


Figura 2. Morfología de la superficie de fractura del acero API 5L-X52 expuesto en el medio E10

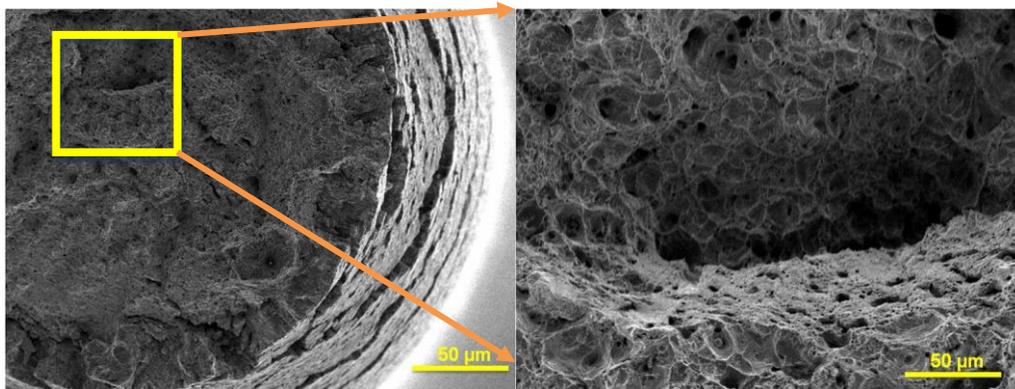


Figura 3. Morfología de la superficie de fractura del acero API 5L-X52 expuesto en el medio E85

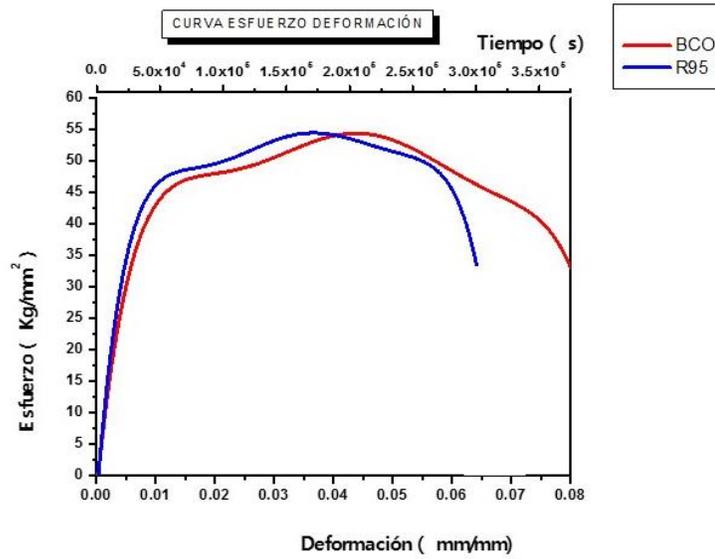


Figura 4. Curva esfuerzo-deformación en el medio E95 y BLANCO para el acero API 5L-X52

En general, las muestras presentaron un comportamiento muy similar. Por ejemplo, los resultados para las muestras expuestas en glicerina y en el medio E95 son casi idénticos en comportamiento mecánico y en el tiempo de fractura, como se muestra en la Figura 4. Con respecto a la totalidad de las muestras, el mayor valor del esfuerzo máximo fue obtenida para la muestra E100. Sin embargo, las superficies de fractura en todos los casos mostraron evidencia de falla de tipo dúctil. Fueron calculados los valores de porcentaje de reducción de área (%RA) para las muestras en todos los medios de prueba y este parámetro se emplea en el diagrama de McIntyre [8] para determinar la susceptibilidad a la CAE de la aleación, de acuerdo a la categoría definida por el parámetro de %RA. Por ejemplo, resultados dentro de la categoría I nos indican que el material no es susceptible, mientras que resultados dentro de la categoría V indican que el material es susceptible a CAE en el medio de prueba. En base a los resultados del presente trabajo, la Figura 5 indica que en los electrolitos de prueba, los valores de índice de susceptibilidad son mayores que 0.9, lo cual significa que el acero API 5L-X52 no es susceptible a la CAE.

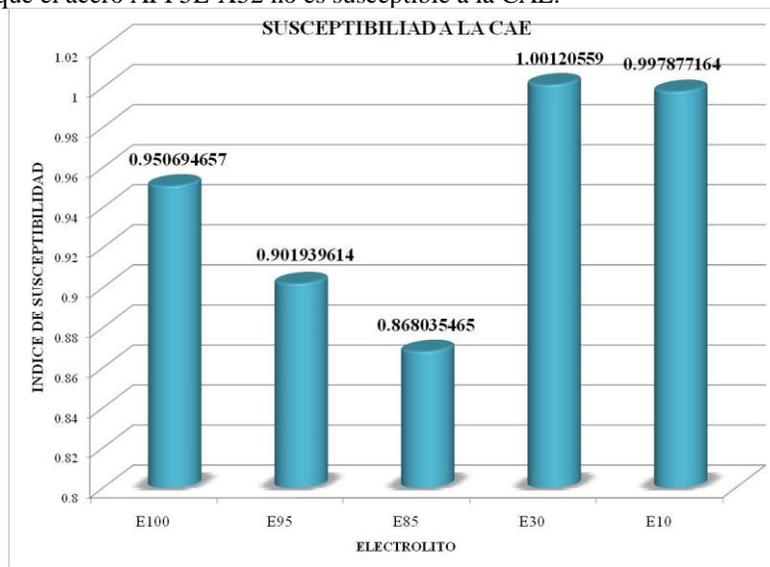


Figura 5. Susceptibilidad a la CAE

La comprensión del mecanismo de la CAE permitirá dirigir la atención a la mezcla idónea a ser transportada bajo tres consideraciones: primero, sin modificación de los sistemas existentes; segundo, con modificaciones apreciables a los sistemas establecidos de transporte, y tercero, evaluar cuales mezclas pueden ser transportadas con el diseño de un sistema especial [9].

Los experimentos en este trabajo fueron realizados a temperaturas ambiente ( $\approx 25^{\circ}\text{C}$ ), por lo que sería de interés evaluar el comportamiento del X52 u otros materiales similares ampliamente usados en redes de transporte de hidrocarburos a temperaturas del orden de  $35^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$

### Referencias

- [1] Agencia Para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, EPA, Emisiones de Tóxicos en el aire, estrategia de la EPA para reducir Riesgos de Salud en las áreas Urbanas, Oficina de Calidad de Aire, Planificación y Estándares, EPA/453-F-99-002, (1999).
- [2] Designation: D 4806 – 07a. Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasolines for Use as Automotive Spark-Ignition Engine Fuel
- [3] Fuel Ethanol for Blending with Gasoline for Uses with Automotive Spark-Ignition Engine Fuel” West Conshohocken, PA: ASTM International, (2001).
- [4] Arup, H and Parkins, RN, Stress Corrosion Research, NATO (1979)
- [5] Borunda Terrazas Adán, Influencia de los tratamientos térmicos en la corrosión Asistida por Esfuerzo en los aceros Inoxidables 17-4pH y 17-7-pH (2000)
- [6] NACE TM0177- 06. Laboratory testing of metals for resistance to sulfide Stress cracking and stress corrosion cracking in  $\text{H}_2\text{S}$  environments.
- [7] Torres Jaime, Molina Daniel, Pinto Carlos, Rueda Fernando, Estudio de la Mezcla de Gasolina con 10% de Etanol Anhidro. Evaluación de Propiedades Físicoquímicas, Ciencia, Tecnología y Futuro, Vol. 2 Núm. 3, 2002
- [8] MCintyre D.R., Kane R.D. and Wilhelm S.M. Corrosion, Vol. 44, No. 12. Pag. 920, (1988) ASTM Designation: D 4806 – 07a. Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasolines for Use as Automotive Spark-Ignition Engine Fuel
- [9] U. S. Department of Transportation Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, American Petroleum Institute, 2008. Pipeline Conference and Cybernetics Symposium USA,. (2008)

# UN ESTUDIO DE CASO SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE NÚMERO A TRAVÉS DE LOS JUEGOS CON BLOQUES LÓGICOS DE DIENES EN ALUMNOS DE PREESCOLAR

Arq. Sonia Mericia Longoria Neri<sup>1</sup>, Dr. Rafael Fabricio Matos Cámara<sup>2</sup>

**Resumen**—Por medio del pensamiento matemático los niños comprenden el mundo que los rodea, por medio de él construye conocimientos y resuelve problemas. Bajo este contexto, el objetivo principal de este trabajo es conocer como las estrategias didácticas que involucran actividades lúdicas (juegos) para que el estudiante de preescolar desarrolle la construcción del concepto de número, tienen en el alumno un efecto positivo en su aprendizaje. A través de la intervención se obtienen los siguientes resultados: a) Los alumnos inician su proceso cognitivo de forma colectiva en función de la participación y comunicación, b) el alumno intenta la competencia con mayor entusiasmo, dicho movimiento genera una aceleración por alcanzar el objetivo: manipular con experiencia el material concreto (bloques lógicos de Dienes); y c) el alumno desarrolla su capacidad de abstracción en el concepto número.

**Palabras clave**— concepto de número, actividades lúdicas, juegos, bloques lógicos de Dienes, resolución de problemas.

## Introducción

El aprendizaje de las matemáticas puede ser para los alumnos de preescolar una experiencia motivadora si se sustenta en actividades lúdicas y constructivas en las que el alumno participe activamente. Usar juegos es una estrategia que permite adquirir conocimientos de una manera atractiva (Rodríguez, 2014).

En este sentido, la analogía de la estructura de las matemáticas y el juego nos ayuda a desarrollar el mismo proceso de aprendizaje (Guzmán, 1989). Considerando lo anterior, al utilizar el juego como una estrategia didáctica se promueve que los alumnos de preescolar pongan en práctica sus habilidades mentales, la imaginación, concentración, curiosidad y empatía (Martínez Villalobos, 2016).

Hay que mencionar además que, en su primer acercamiento con el aula escolar, el alumno trae ya, experiencias y conceptos por su desarrollo en un nivel social, lo que Vygotsky llama internalización (reconstrucción interna de una operación externa) es decir, puede contar con los dedos, pero siquiera el proceso de pensamiento matemático no ha tenido un nivel real de desarrollo.

Tomando en cuenta que, los niños de preescolar invierten la mayor cantidad de su tiempo en el juego, entonces debemos pensar detenidamente la contribución de este sobre su progreso cognoscitivo (Monge, 2001), De ahí resulta la propuesta de presentar al niño juegos que motiven el desarrollo del pensamiento matemático ya que al edificar un aprendizaje sólido el preescolar se sentirá más seguro y confiado de resolver retos y solucionar problemas. Bajo esta perspectiva de ideas, el matemático Zoltan Paul Dienes (1916-2014) en sus estudios sobre aprendizajes significativos en niños, menciona el pensamiento constructivo y el analítico, ambos necesarios para el aprendizaje y propone que estos se evidencien en juegos con materiales concretos y propiedades cuantitativas y cualitativas que, por medio de secuencias, enseñen matemáticas (Dienes, 1960).

Su teoría del aprendizaje matemático se aplica en cuatro principios:

1-. Principio dinámico. A través de juegos con materiales concretos los niños aprenden: a) Etapa preliminar: Juego libre con los elementos del concepto; b) Etapa de actividad estructurada; c) Periodo de comprensión (acumulamiento de experiencias) y d) Etapa de práctica: aplica la experiencia del concepto adquirido para generar uno nuevo.

2-. Principio de constructividad; 3-. Principio de variabilidad matemática y 4-. Principio de variabilidad perceptiva: el niño adquiere el sentido de la abstracción.

En nuestro caso, los juegos con los bloques lógicos de Dienes se utilizarán para la etapa de juegos preliminares, juegos estructurados y juegos de práctica; este material está formado por 48 piezas y con atributos de tamaño, forma, color y grosor, será utilizado en formas lúdicas.

<sup>1</sup> La alumna Arq. Sonia Mericia Longoria Neri es Maestrante del Posgrado en Pedagogía y Práctica Docente, UPN 042, Ciudad del Carmen, Campeche, México. [profesoraneri@yahoo.com](mailto:profesoraneri@yahoo.com)

<sup>2</sup> El Dr. Rafael Fabricio Matos Cámara es Académico e Investigador de la Maestría en Pedagogía y Práctica Docente de la Universidad Pedagógica Nacional 042, Ciudad del Carmen, Campeche, México. Ha publicado en revistas científicas nacionales e internacionales con índice y factor de impacto. [fabriciomat@hotmail.com](mailto:fabriciomat@hotmail.com)

### Descripción del Método

A través del tiempo los estudios han confirmado que los elementos afectivos implícitos en la vida de cada alumno tienen impacto también en la mente con su ocupación matemática, por esta razón se procura el placer lúdico que las matemáticas son capaces de proveer para que sea comprendida de manera más significativa (Guzmán, 2007).

A su vez, la actividad matemática tiene por ende una composición lúdica, con características tales como armonía, crea lazos entre los participantes, ritmo y toma tiempo fuera de lo ordinal para ejercitarla (Huizinga, 1972). Por lo anterior, concluimos que hay un vínculo estrecho entre el juego y las matemáticas (Sallan, 1990).

Continuando con estas líneas y descubriendo la necesidad del alumno de preescolar de desarrollar el concepto de número a través de actividades lúdicas se ha seleccionado el tipo de enfoque que guiará nuestro estudio: el Enfoque Cualitativo (Hernández, 2014) desarrollado por medio de la metodología de Estudio de Caso.

Siguiendo la recomendación de los autores en la literatura científica, se ha realizado un análisis a un grupo de 27 alumnos de tercer grado de preescolar.

**Alcance de la investigación.** Esta investigación pretende aportar elementos, para que los alumnos de tercer grado de preescolar desarrollen, a partir de un aspecto lúdico, la construcción del concepto de número, el cual se ha visto minado debido a las condiciones socioculturales y regionales del lugar en donde estudian.

Con lo descrito anteriormente, se desea explicar una realidad a través de un **Estudio de Caso**, el cual tiene como propósito explorar las variables de *Concepto de número* y *El juego con bloques lógicos de Dienes* en alumnos de preescolar.

**Tipo de investigación.** Este trabajo es de corte no experimental, se estudia a individuos (niños de cuatro a cinco años) a los cuales se les observará en su ambiente natural.

NIVEL	OBJETO	TÉCNICA E INSTRUMENTO	CATEGORIAS DE INVESTIGACIÓN
EXPLORATORIO	<b>PRIMERA ETAPA</b> Identificar en detalle a los estudiantes y sus procesos de aprendizaje, así como sus habilidades, destrezas y nivel cognitivo de pensamiento matemático. Identificar problemáticas	<u>Lista de Diario</u> -observación del alumno  <u>Encuesta semiestructurada</u> -a padres de familia	<b>Aprendizaje:</b> nivel académico y profesional. <b>Manejo y Construcción del contenido:</b> se obtiene un antecedente del alumno y se plasma en la lista de diario <b>Representaciones:</b> perfil de cada alumno y de su entorno
	<b>DESCRIPTIVO</b> Recoger información y analizar. Prácticas mediante las cuales los alumnos han desarrollado sus niveles de aprendizaje.	Entrevistas a profundidad - a alumnos de preescolar Evaluación Diagnóstica	<b>Construcción Metodológica:</b> interactuar con los alumnos observando los procesos de construcción cognitivos
EXPLICATIVO	<b>TERCERA ETAPA</b> Organizar, procesar la información recopilada. Determinar diseño metodológico	Planificación Diseño de metodología	Diseño de estrategias Adoptar un método Control de variables
	Analizar, e interpretar la información	Lista de Cotejo  Rubrica de Evaluación	Análisis de información Ubicación de patrones Hallazgos cuantitativos Tendencias Reporte de resultados

Fuente: Elaboración propia en base a prácticas de enseñanza aprendizaje (Ordoñez, 2006).

Gráfico 1. Etapas de Investigación

### Diseño de la Investigación

En este trabajo como estrategia básica se utilizará un Estudio de caso a través del cual se obtendrá la información exacta e interpretable sobre las variables de estudio, en este caso “Concepto de Número” y “Juego con Bloques de Dienes”. A través de una investigación que trata un fenómeno contemporáneo en su contexto real, y en el que todas las fuentes de datos informativos son utilizadas. Encaminando la investigación en dirección adecuada y demostrando lo que es menester observar (Yin, 1994).

Este mismo estudio de caso, se apoya por gráficas e indicadores numéricos, el objetivo de este es producir razonamiento inductivo a través de la recolección de datos y la observación para la elaboración de una hipótesis. Utilizando técnicas para la toma de datos como son observación, encuestas semiestructurada y entrevistas en profundidad (Yin, 1994).

En cuanto al contexto de estudio que se aplicará a nuestra investigación será:

*Recopilación de Encuestas semiestructurada de Padres de Familia y Alumnos a estudiar.* La primera para definir la realidad del niño y su contexto. En la encuesta en profundidad a los alumnos se les ha recabado más información por la misma naturaleza del instrumento.

*Observación.* Se ha observado a los niños dentro de su ambiente natural y su participación para saber ¿cómo? ¿cuándo? y ¿por qué? se presenta el fenómeno a estudiar.

Específicamente se estudió el caso de los niños de preescolar cuya edad oscila entre los 4 y 5 años.

Siguiendo las recomendaciones desde la perspectiva de estudio de caso esta investigación trata de explicar como el Juego con Bloques potencia el desarrollo del Pensamiento Matemático en específico en el aspecto número (Baroody, 1994).

Como mencionaba *Robert Yin en su libro Estudio de Caso*, se investiga al alumno en un ambiente real, describiendo su perfil y las problemáticas a las que se enfrentan. En este ámbito educativo el estudiante presenta características naturales propias de su condición de alumno y a su vez de niño en etapa de transición. Este grupo es de índole diferente a los otros, pues inicia su etapa preescolar en el último grado, es decir, no tiene desarrollo de aprendizajes en un contexto estudiantil, sin embargo, la exposición del niño por su edad (4-5 años) y por su ambiente, a la variable concepto de número ha permitido su desarrollo inconsciente. A su vez, y por naturaleza propia, la variable de juego también se ha perfeccionado en ellos. Por lo que el objeto de estudio consta de una doble implicación a las variables en cuestión (Weinstein, 1998).

*Diseño de estudio de caso.*

Los elementos que componen este Estudio de Caso son los siguientes:

a) Definición del Caso; b) Relación de preguntas guía; c) Análisis e interpretación de datos cuantitativos y cualitativos y d) Elaboración de informe cronológica y detalladamente (Montero, 2002).

El grupo de tercero de preescolar un grupo de transición entre el preescolar y la primaria que requiere de atención y dedicación pues no tuvo entrenamiento previo en cuanto a los roles estudiantiles.

El propósito de la intervención es que el alumno aproveche al máximo su estadía de este único grado que cursará y obtenga las herramientas necesarias para potencializar su aprendizaje.

*Diseño de los casos*

En esta parte del trabajo, se detalla la metodología de investigación que se usa para el estudio del caso. Elegimos esta área del ámbito educativo en un periodo transitorio para el alumno, en último grado, sin previa preparación didáctica, por cuestiones de las características particulares en la problemática de su desempeño escolar y en virtud de un desarrollo cognitivo acertado. El lugar en el que se desenvuelven estos estudiantes es una población urbana de clase media en el que los padres trabajan ambos y el niño intenta acoplarse a su rol como estudiante.

La información se ha obtenido por medio de entrevistas en profundidad y encuestas semiestructurada de padres de familia y de los mismos alumnos. Se recolectaron 28 encuestas.

*Construcción de la propuesta de intervención*

En cuanto a las fuentes de datos obtenidas de la encuesta aplicada a los padres de familia del grupo de 3° de preescolar en el curso escolar ciclo 2018-2019 se recopiló los siguientes:



Gráfico 2. Actividades que realizan los alumnos fuera del horario de clases

A partir de este hallazgo, podemos concluir que el mayor porcentaje de niños juega en lugar de realizar otras actividades como ver televisión o leer o escribir o alguna actividad deportiva, la prioridad del niño dentro y fuera de

la escuela es el juego, siendo una actividad que lo caracteriza y el mismo desarrolla o la busca, porque a través del juego el niño imita, ensaya, se prepara para las actividades que tendrá que hacer en un futuro.

Estas gráficas nos muestran la actividad del niño por las tardes después del horario escolar con sus padres, en donde se puede detectar lo importante que es la cantidad de tiempo en el juego, para su desarrollo social, emocional y cognitivo.

*Diagnóstico en base a lista de diario.*

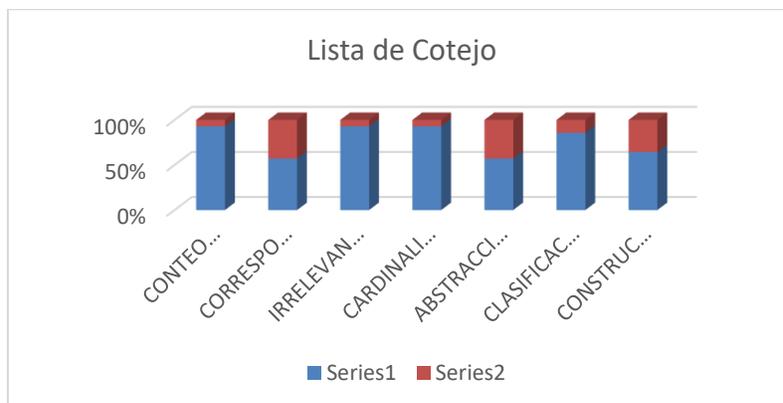
En base a los datos obtenidos, de manera cuantitativa se llega a la conclusión de que el grupo en promedio se encuentra en un nivel básico. (INEE, 2011)

CASO	ALUMNO	VARIABLE Concepto Número	DIAGNÓSTICO
1	1	CN	Reconoce números del 1 al 20, los escribe completos, resuelve problemas que implican el conteo, reconoce figuras geométricas básicas, crea con ellas y juega.
2	7	CN	Reconoce los números del 1 al 10 intenta contarlos, aun se le dificulta, reconoce figuras geométricas, juega con ellas a hacer diseños.
3	10	CN	Cuenta número del 1 al 10 y establece relación número- cantidad, sabe la importancia de los números y su uso en la cotidianidad
4	13	CN	Aún no está definido si sabe o no los números, no participa, no lo intenta, solo mira
5	18	CN	Reconoce algunos números del 1 al 5 intenta escribirlos, escucha indicaciones y algunas veces no las realiza porque no quiere participar
6	19	CN	Reconoce algunos números, aún no los escribe, no establece la relación número -cantidad, reconoce con ayuda algunas figuras geométricas
7	20	CN	Conoce y emplea los números de manera convencional cuenta del 1 al 50 o más, establece relación número cantidad y resuelve situaciones que implican el conteo. Se enfrenta a situaciones que implican el conteo.
8	23	CN	Reconoce algunos números, inicia la relación número cantidad, observa a sus compañeros y los imita, a veces pide ayuda.
9	24	CN	Conoce los números del 1 al 10 empieza a establecer la relación cantidad número y reflexiona para resolver algunos problemas que impliquen el conteo, reconoce figuras geométricas básicas
10	26	CN	Aun no reconoce los números y llora cuando trabajamos en ellos.

Fuente: elaboración propia a partir de la literatura más representativa.

**Gráfico 3. Diagnóstico (reporte) en base a Lista de Diario del profesor**

*Lista de Cotejo.* A través de este instrumento se recopiló información sobre las competencias del principio de conteo en los alumnos de 3° de preescolar. La serie 1 corresponde al porcentaje de alumnos que logra el indicador, mientras que la Serie 2 refleja el porcentaje grupal de los alumnos que está en proceso de lograrlo



**Gráfico 4. Diagrama de columnas de lista de cotejo que diagnostica los principios de conteo.**

Los indicadores con mayor avance grupal en el desarrollo de la habilidad del conteo de los alumnos de preescolar de 3er grado de preescolar son: irrelevancia en el orden secuencial, cardinalidad y clasificación. Buscando con la estrategia de intervención, el desarrollo de la construcción de número en su principio de abstracción.

Este principio determina que los otros puedan ser aplicados a cualquier conjunto de unidades y hace que el niño tenga la noción de contar cosas sin importar si cambia su color o atributo físico. Por esta razón, el hallazgo de ser la habilidad con menor porcentaje es relevante.

*Análisis de resultados más representativos*

A partir de los datos obtenidos en la Lista de Cotejo y Lista de Diario observamos que el grupo de tercer grado tiene un rezago en el aspecto número del Pensamiento Matemático; según fuentes del INEE (2011) y con base a las encuestas realizadas y los instrumentos analizados, justificamos la intervención pedagógica con base en actividades lúdicas. Lo cual en estas etapas cognitivas del alumno será de suma importancia ya que a través del diseño de una metodología de intervención para la construcción del concepto de número a través de los juegos con bloques lógicos de Dienes crea un ambiente de armonía y dinamismo que genera atención y participación propiciando al ambiente para la generación de aprendizaje significativo que lleve al estudiante a la construcción del conocimiento matemático.

También en los cuestionarios aplicados a los padres de familia se ha determinado la importancia del juego en sus hijos, y se contempla como una herramienta de apoyo para el aprendizaje integral ya que algunos de estos padres mencionan que no encuentran relación del juego con las matemáticas están expectantes de los resultados.

Con base a los datos extraídos de los cuestionarios y entrevistas con los niños podemos apreciar también la necesidad de generar un aprendizaje creativo e innovador que atraiga y desarrolle el pensamiento abstracto y la imaginación.

Por tal motivo, se decide implementar la *fase final de implementación* en el cual se presentará a los alumnos la metodología en cuatro semanas, mientras será evaluado su desempeño y participación.

**Definición de Actividades por semana por clase**

Sesión por Semana	Tema	Actividad	Apoyo didáctico		Competencia	Evaluación	Tiempo
Clase 1	Identifico números	El alumno manipula los bloques sin instrucciones, ni intervención para identificar las formas, sentir el objeto, descubrirlo y experimentarlo	Bloques Lógicos de Dienes		Identifica los números en su ambiente escolar	Observación sin intervención	30 minutos
Clase 2	Contamos colores	El alumno jugamos con las figuras y define colecciones por colores, en equipos apila los bloques en trabajo por equipo y cuenta los elementos, gana la torre más alta que no caiga.	Bloques Lógicos de Dienes		Identifica la cantidad de elementos en colecciones de objetos de la misma clase	Se definen los alumnos que requieren apoyo	30 minutos
Clase 3	No es desorden, ES ORDEN	En plataformas de colores de fomis sin zapatos los alumnos cuentan los bloques del mismo color y ordenan según las instrucciones	Bloques Lógicos de Dienes.		Identifica la cantidad de elementos de colecciones desordenadas	Se observa a los alumnos en su actividad y se dan los tiempos para el cambio de plataforma	40 minutos
Clase 4	A cambiar ... a cambiar	Por equipos recogen contado, cambio de fomi y cuenta todos los objetos diferentes	Bloques Lógicos de Dienes		Comprende que el número es independiente de las cualidades del objeto (abstracción)	Se observa al niño contar piezas diferentes	40 minutos

Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 5. Fase de implementación: Actividades por semana clase**

### Conclusiones de la intervención

Los alumnos de 3er grado de preescolar han tenido un encuentro con el concepto de número que amplía sus expectativas y llama su atención a través del juego con bloques lógico de Dienes. En esta situación, los alumnos se interesan más en seguir explorando las figuras y se ha utilizado este recurso porque no tiene límite, intentan la exploración con más entusiasmo. De igual manera, el alumno se familiariza con los elementos, los colores, pero sobre todo se rodea de un ámbito matemático lleno de números, mientras juega y se divierte. Incluso algunos alumnos que generalmente no participan se sintieron animados por los demás y estaban alertas.

En la aplicación de la estrategia de intervención se ha observado que a) la mayoría de los alumnos en función de la participación inician de forma colectiva su proceso cognitivo. b) en su entusiasmo por el juego se inicia un movimiento grupal acelerado que genera experiencia en la manipulación de los bloques lógicos, c) en cuanto a la verbalización del aspecto de número dejan ya a un lado automáticamente las características físicas de los objetos y definen el aspecto cuantitativo introduciéndose al conteo de la colección, también, de acuerdo a las características que se les indican en los juegos a desarrollar aplican el principio de correspondencia. El alumno desarrolla su capacidad de abstracción en el concepto número.

Por esta razón se ha concluido que en la intervención con bloques lógicos de Dienes para el desarrollo del concepto de número: la manipulación de objetos concretos continua, ayuda significativamente a la percepción abstracta del concepto de número.

### Referencias

- Baroody, A. (1994). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid: Machado.
- Centty, D. (2006). *Manual metodológico para el investigador científico*.
- Dienes, Z. P. (1960). *Building up mathematics*. Hutchinson Educational.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. *Academy of Management Review*, 14(1), 57-74.
- Guzmán, M. D. (1989). Juegos y Matemáticas. *Revista Summa*, 64.
- Guzmán, M. D. (2007). Enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28-35.
- Hernández, F. (2014). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill.
- Huizinga, J. (1972). *Homo Ludens*. Buenos Aires, Argentina: Alianza.
- INEE (2011). *El aprendizaje preescolar en México*. México: INEE. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Martínez Villalobos, M. D. (2016). *El juego como estrategia para desarrollar el pensamiento lógico matemático*. México.
- Monge, M. Y. (2001). *El juego en los niños enfoque teórico*. Educación, 1-114.
- Montero, L. Y. (2002). *Metodos de investigación en psicología y educación*. Mc Graw Hill.
- Ordoñez, Z. (2006). Estudio exploratorio sobre las práctica y enseñanzas. *Revista de Investigación Educativa*, 6(2), 1-4.
- Rodríguez, M. (2014). El uso de los juegos como enseñanza didáctica para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 19-33.
- Sallan, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza matemática. *Educar*, 1-111.
- Weinstein, G. Y. (1998). *Uso del número. En como enseñar matemáticas en el jardín* (37-49). Buenos Aires: Colihue.
- Yin, R. (1994). *Case study research, design and methods*. Editorial: Sage.

# PLUMAS AVICOLAS: ALTERNATIVA SUSTENTABLE COMO MATERIA PRIMA PARA NUEVOS PRODUCTOS

Ing. Francisca López Córdova<sup>1</sup>, C. Dra. Noemí Méndez De Los Santos<sup>2</sup>, M.I.P.A. María Berzabé Vázquez Gonzalez<sup>3</sup>, Dra. Rocio del Carmen Antonio Cruz<sup>4</sup>, Dra. Zenaida Guerra Que<sup>5</sup>, Dr. Alberto Álvarez Castillo<sup>6</sup>

**Resumen**—El documento “Gestión de residuos de aves de corral en los países en desarrollo Desechos del matadero” difundido también por la, FAO, señala que uno de los principales residuos sólidos de la industria avícola son las plumas, constituyen entre el 7 % y el 10% aproximadamente del peso vivo de las aves los desechos generados por la industria avícola, son una excelente fuente de queratina, proteína de alto valor biológico, pero desde el punto de vista ambiental las plumas son un residuo que afectan la calidad del agua, aire y suelo, en México se estimó que para el año 2018 el consumo total de pollo es de 3,274 millones de toneladas, lo cual significa que se generaron alrededor de 163.7 a 327.4 millones de toneladas de plumas, debido a que del 5 al 10% del peso total del pollo son plumas (Unión Nacional De Avicultores). Uno de los objetivos de esta investigación fue transformar las plumas avícolas en una materia prima que garantice sustentabilidad y que se pueda ofrecer una opción para la industria moderna generando nuevos materiales biodegradables.

**Palabras clave**— Plumavícolas, Contaminación, Agua, Aire y Suelo.

## Introducción

Actualmente en nuestro país la industria avícola no cuenta con un plan estratégico de producción más limpia y de manera directa se disponen a desechar las plumas que resultan del faenado de pollos y gallinas, siendo esta caracterizada como basura. Esta “basura” puede utilizarse como materia prima para la obtención de fibras de Queratina que tiene un alto valor agregado.

Siendo esta industria una fuente generadoras de residuos sólidos contaminantes, específicamente las plumas afectan el medio ambiente, México en el año 2018 generó 163.7 a 327.4 millones de toneladas de plumas, del 5 al 10% del peso total del pollo son plumas, por otro lado la Federación Nacional de Avicultores El documento “Gestión de residuos de aves de corral en los países en desarrollo Desechos del matadero” difundido también por la, FAO, señala que uno de los principales residuos sólidos de la industria avícola son las plumas, constituyen entre el 7 % y el 10% aproximadamente del peso vivo de las aves los desechos generados por la industria avícola, las plumas son una excelente fuente de queratina, una proteína de alto valor biológico, en México se estimó que para el año 2018 el consumo total de pollo es de 3,274 millones de toneladas, lo cual significa que se generaron alrededor de 163.7 a 327.4 millones de toneladas de plumas, (Unión Nacional De Avicultores).

Las plumas son una excelente fuente de queratina aproximadamente el 88 % es queratina, una proteína de alto valor biológico. Por muchos años las plumas han sido objeto de estudios alimenticios para utilizarlas como suplemento proteico en la nutrición animal. Así, la industria avícola se ha beneficiado de su uso a la vez que contribuye a disminuir el impacto ambiental producto de su acumulación. Industrialmente las plumas se procesan a alta presión y temperatura para producir la harina de plumas. Sin embargo, aunque el contenido proteico de las plumas es alto la harina obtenida tiene escaso valor nutricional debido a desbalances en los aminoácidos esenciales y a la formación de aminoácidos no nutritivos (lantionina) durante su procesamiento físico-químico (Wang y Parsons., 1997).

Sin embargo, ha tenido limitaciones importantes como el desequilibrio aminoácido y baja digestibilidad. A pesar de ello es utilizada para elaboración de harina en la nutrición de aves de corral, suplementándose con otros componentes. (Coello et al 2003). La queratina es una proteína con estructura fibrosa, muy rica en azufre, que constituye el componente principal que forman las capas más externas de la epidermis de los vertebrados y de otros órganos derivados del ectodermo, como el pelo, uñas, plumas, cuernos, pezuñas. La queratina es una proteína con una estructura secundaria, se pliega sobre sí misma, adquiriendo tres dimensiones. Esta estructura puede ser de tipo helicoidal, llamándose así proteína  $\alpha$ -hélice o de forma laminar o lámina- $\beta$ . Las interacciones intermoleculares de tipo puentes de hidrógeno, fuerzas hidrofóbicas, o enlaces salinos, como los dados entre los aminoácidos ácido glutámico y lisina, mantienen unidos los aminoácidos de distintas hebras o segmentos macromoleculares de la proteína.

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Ingeniería del Instituto Tecnológico de Villahermosa (ITVH) y Profesora de ½ Tiempo del ITVH.

<sup>2</sup> Profesora investigadora de tiempo completo del ITVH

<sup>3</sup> Profesora investigadora de tiempo completo del ITVH

<sup>4</sup> Profesora investigadora de tiempo completo del ITVH

<sup>5</sup> Profesora investigadora de tiempo completo del ITVH

<sup>6</sup> Profesor investigador de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos

La capacidad de transferencia de carga a través de los enlaces intermoleculares hace de las queratinas unos buenos biomateriales estructurales con buenas propiedades mecánicas. (Gallardo et al 2015) El tratamiento de los residuos de plumas de pollo representa un problema medioambiental, y aunque se ha avanzado en la búsqueda de soluciones para su disposición y aprovechamiento en diversas aplicaciones industriales, es necesaria la investigación de nuevas fórmulas de aprovechamiento de este residuo, el presente trabajo tiene como propósito presentar los resultados obtenidos en la obtención, limpieza y triturado de las plumas avícolas. Los tratamientos se pueden agrupar en: métodos físicos, sometiendo a las plumas a diferentes combinaciones de presión, temperatura y tiempo; químicos, consisten en someter las plumas a diferentes concentraciones de ácidos y álcalis fuertes; y biológicos, que suponen el tratamiento de las plumas con enzimas producidas por hongos bacterias.

#### Métodos físicos

Consisten en someter a las plumas presiones y temperaturas elevadas por un período de tiempo determinado. Presiones de vapor de 3,2 atmósferas y temperaturas de 146° C durante aproximadamente 30 minutos, producen la ruptura de los enlaces químicos que dan estructura a la queratina (de Blas et al., 2003). Otros autores (Latshaw et al. 1994, Apple et al. 2003) mencionan presiones de vapor entre 2,4 y 3,3 atmósferas y temperaturas de entre 110 y 140° C. por periodos de 30 a 90 minutos. Como resultado de estos tratamientos se produce una degradación significativa de la cistina, reduciendo su contenido de 8,8 % en plumas sin tratar a 3,6 % de la proteína en las plumas tratadas (Moran et al., 1966). Tratamientos excesivos dan lugar a transformaciones de aminoácidos en compuestos de menor valor nutritivo, que afectan negativamente la digestibilidad de la proteína: lisina en lisinoalanina, cistina en lantionina (Moritz y Latshaw 2001, de Blas et al. 2003).

#### Métodos químicos

Consisten en someter las plumas a soluciones de ácidos o bases fuertes, generalmente NaOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KOH, puros o combinados, por diferentes periodos de tiempo. Steiner et al. (1983) trataron plumas con diferentes concentraciones de NaOH o H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> y encontraron incrementos en la digestibilidad de las plumas a medida que se aumenta el tiempo de contacto químico de 0 a 16 horas y las concentraciones de NaOH y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> de 0 a 9 %. A similar conclusión llegaron Papadoupoulos et al. (1985). Mientras que Kim et al. (2002), aplicando una solución de NaOH 1 Normal por 24 horas a 37° C logró una solubilidad del nitrógeno de la pluma de 78,83%.

### Descripción del Método

Básicamente, el método consistió en cinco operaciones:

- Obtención de la muestra
- Lavado para la limpieza, desinfección.
- Secado de la muestra
- Determinación de densidad
- Triturado mecánico para uniformizar tamaños.

#### *-Obtención de la muestra*

En la pollería la Lupita de la colonia José María Pino Suarez de la ciudad de Villahermosa Tabasco México se recolectaron las plumas avícolas de manera individual de 10 pollos, residuo equivalente al 10 % de los pollos faenados de un día normal. Las plumas se pesaron obteniéndose un promedio de 242 g de plumas por pollo aproximadamente, al momento de obtener la muestra.

#### *-Lavado para la limpieza, desinfección.*

Se procedió a la limpieza de las plumas para separar restos de sangre, piel o cualquier otro residuo diferente a las plumas, utilizando guantes y cubre bocas. Una vez separada la basura de la muestra, se realizó el lavado con agua para eliminar la mayor cantidad de suciedad, se sometieron a ebullición por 15 minutos, se lavó con una solución de agua y jabón de uso doméstico (lava traste) a temperatura ambiente, los jabones tienen propiedades tensoactivas que lo hace capaz de eliminar la suciedad y la grasa de una superficie (piel, tejido etc.), poder emulgente o capacidad para producir dispersiones coloidales de grasa en medio acuoso o de agua en medio de grasa y actividad mojante que hace que el agua impregne una superficie de forma homogénea.

La utilización de jabón permitió desprender la suciedad de la superficie de las plumas, y dispersar la suciedad en el líquido de lavado, de tal modo garantizar la limpieza de la muestra. En una solución acuosa de cloro al 1 % se dejó en reposo por 20 minutos para su desinfección, por último, se dejó reposar en una solución de bicarbonato de sodio al 1 % por 20 min para eliminar malos olores y residuos de cloro que pudiera tener después del lavado, las plumas se aclararon con agua destilada y se procedió al secado.

#### *-Secado*

El secado se realizó en el sol directamente por 72 horas como se puede ver en la figura No. 1 la muestra es visiblemente de buen aspecto.



Figura No. 1 Muestra secadas al sol.

El peso promedio de las plumas secas fue de 34 gramos. Las plumas pretratadas presentan una longitud variable (figura No. 2) en un amplio rango que varía entre  $3.5 \text{ cm} \pm 2.6 \text{ cm}$  y  $18.2 \text{ cm} \pm 16.0 \text{ cm}$ ,  $8 \text{ cm} \pm 7.0 \text{ cm}$ . Esta variabilidad podría limitar las propiedades finales de los materiales compuestos que se quieran fabricar, de las fracciones. Esta etapa es de suma importancia ya que permite homogeneizar las plumas que se van a utilizar para fabricar los materiales, mejorando la dispersión y cohesión entre las plumas y la matriz.



Figura No. 2. Clasificación de diferentes tamaños de pluma de pollos.

#### *-Determinación de la densidad de las plumas avícolas*

- 1.- Se determinó el peso de las probetas vacías.
  - 2.- Se introdujo la muestra de las plumas hasta llenar la probeta de una capacidad de 100 ml.
  - 3.- Sobre una franela se dio de 20 a 25 golpes a la probeta compactando la muestra con el fin de aforarla en seco hasta 100 ml.
  - 4.- Se pesó la muestra en una balanza analítica, se anotaron los datos obtenidos.
- La prueba se realizó 30 veces, los datos registraron en la tabla 1 para la determinación de la densidad de las plumas avícolas.

Tabla No. 1. Registro de valores para la determinación de la densidad de plumas avícolas.

No. Prueba	Peso probeta 100 ml	Peso muestra + peso probeta 100 ml	Peso muestra en gramos	Volumen cm <sup>3</sup>	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Densidad kg/m <sup>3</sup>
1	128,023	134,422	6,399	100	0,06399	63,99
2	128,019	134,5340	6,515	100	0,06515	65,15
3	130,028	135,7020	5,674	100	0,05674	56,74
4	128,023	134,6960	6,673	100	0,06673	66,73
5	128,019	134,9120	6,893	100	0,06893	68,93
6	130,028	134,7450	4,717	100	0,04717	47,17
7	128,023	134,0510	6,028	100	0,06028	60,28
8	128,019	134,3240	6,305	100	0,06305	63,05
9	130,028	136,1060	6,078	100	0,06078	60,78
10	128,023	134,0350	6,012	100	0,06012	60,12
11	128,019	133,6790	5,660	100	0,05660	56,6
12	130,028	135,9030	5,875	100	0,05875	58,75
13	128,023	133,4140	5,391	100	0,05391	53,91
14	128,019	133,3580	5,339	100	0,05339	53,39
15	130,028	134,4410	4,413	100	0,04413	44,13
16	128,023	133,2610	5,238	100	0,05238	52,38
17	128,019	133,6650	5,646	100	0,05646	56,46
18	130,028	134,8920	4,864	100	0,04864	48,64
19	128,023	134,8970	6,874	100	0,06874	68,74
20	128,019	134,4780	6,459	100	0,06459	64,59
21	130,028	136,4550	6,427	100	0,06427	64,27
22	128,023	133,8500	5,827	100	0,05827	58,27
23	128,019	133,2640	5,245	100	0,05245	52,45
24	130,028	136,6390	6,611	100	0,06611	66,11
25	128,023	134,3900	6,367	100	0,06367	63,67
26	128,019	134,2060	6,187	100	0,06187	61,87
27	130,028	137,3830	7,355	100	0,07355	73,55
28	128,023	134,7540	6,731	100	0,06731	67,31
29	128,019	134,3130	6,294	100	0,06294	62,94
30	130,028	136,3010	6,273	100	0,06273	62,73
				PROMEDIO:	<b>0,06</b>	<b>60,12</b>

Se hicieron los cálculos correspondientes para determinar su densidad utilizando la siguiente formula:

$$\rho = \frac{\text{peso}}{\text{volumen}}$$

gr/cm<sup>3</sup> ó kg/m<sup>3</sup>

La densidad de las plumas avícolas fue de 0.06 g / cm<sup>3</sup> o 60.12 kg / m<sup>3</sup>.

*-Triturado mecánico para uniformizar tamaños.*

Se optó por uniformizar el tamaño de partícula a 1000 µm mediante el triturado mecánico y posterior tamizado de las fracciones, esta etapa es de suma importancia ya que permite homogeneizar las plumas que se van a utilizar para fabricar los materiales, mejorando la dispersión y cohesión entre las plumas y la matriz.

Esta operación podría limitar las propiedades finales de los materiales compuestos que posteriormente se quieran fabricar, por lo que se optó por uniformizar el tamaño de partícula a 1000 µm mediante el triturado mecánico. El residuo de plumas pretratadas se trituró utilizando un prototipo de una trituradora mecánica del laboratorio de Fisicoquímica del Instituto Tecnológico de Villahermosa como se puede ver en la Figura No. 3.



Figura No. 3. Plumas trituradas con la trituradora mecánica.

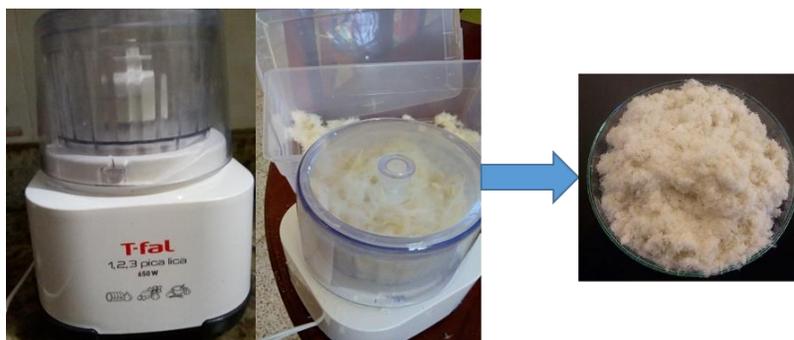


Figura No. 4. Plumas trituradas con la picadora Moulinex

Las plumas con la trituradora mecánica el largo máximo del raquí fue de 1 cm de largo en promedio aproximadamente y el tiempo de triturado por 15 minutos. Las plumas se trituraron en una picadora moulinex como se puede ver en la figura No. 4 hasta un largo máximo de 0.3cm del raquí, aproximadamente por un tiempo de 1 a 2 minutos aproximadamente.

#### *Resumen de resultados*

En este trabajo se pudo observar la importancia de cada una de las etapas para la transformación de las plumas avícolas desde la recolección de la muestra utilizando el material y equipo necesario así como la desinfección de la muestra para evitar malos olores y tener en su momento un producto de características deseables, en la molienda se pudo observar en primer punto en este proceso el uso del equipo adecuado ya que se utilizó una sus filamentos lineales y delgados que se entrelazan para formar compuestos insolubles en agua, es de suma trituradora mecánica la cual sus cuchillas no cortaban lo suficiente por lo que se le dio un tiempo de aproximadamente 30 a 40 minutos aproximadamente y solo se logró moler un 10 % de las plumas y los fragmentos fueron de aproximadamente de 1 cm En la mayoría de las plumas, por lo que se optó utilizar una picadora moulinex, con la cual se logró una molienda más uniforme de 0.2 cm a 0.4 cm, como máximo y el tiempo utilizado fue de aproximadamente de 2 minutos.

#### *Conclusiones*

El material obtenido a partir de plumas avícolas, físicamente es de buen aspecto ya que las plumas se ven blancas sin mal olor, lo que indica que la limpieza y desinfección de las plumas fue el adecuado, lo que podría garantizar ser de utilidad en la elaboración de algunos productos biodegradables.

#### *Recomendaciones*

La recomendación es realizar la tamización de las plumas y de acuerdo a su clasificación darle algún uso, otro aspecto a considerar es la utilización del equipo adecuado y el tiempo óptimo dependiendo del tamaño de partículas deseadas y realizar las pruebas de resistencia

## Referencias

- González A. y Bauza R. (2010). "Valor nutritivo de plumas tratadas por dos métodos de hidrólisis para la alimentación de cerdos". Revista sciELO. Universidad de la república, facultad de Agronomía, Uruguay.
- Coello, N. & Vidal, L. (2001). "*Kocuria rosea* as a new feather degrading bacteria". In Applied Microbiology. Kluwer Academic Publishers.
- Latslaw, J.; Musharaf N.; Retrum R., (1994). "Processing of feather meal to maximize its nutritional value for poultry". Animal Feed Science and Technology. Pág. (179-188).
- Kim W.; Lorenz E.; Patterson P. (2002). "Effect of enzymatic and chemical treatments on feather solubility and digestibility". Poultry Science. Pág. (95-98).
- Wang X.; Parsons C.; (1997). "Effect of processing systems on protein quality of feather meals and hog hair meals". Poultry Science. Pág. (491-496).
- Coello N.; Bernal C.; Bertschi A.; Estrada O.; Moccó Y.; hasegawa M. (2003). Las Plumias como residuo agroindustrial: su utilización biotecnológica para producir insumos de interés industrial. Revista de la Facultad de Ingeniería (Universidad Central de Venezuela). Pág. (119-126).
- Gallardo M., Montaña M., Valladolid M. (2015). "Dos procedimientos para el estudio de las plumas en microscopía óptica". Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Pág. (65-69).
- Moran R.; Summer J.; Slinger S. (1966). "Keratin as a source of protein for the growing chick. Poultry Science.". Poultry Science. Pág. (1257-1266).
- De Blas C.; Mateos G.; Rebollar P. (2003). "Tablas de FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos". Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. Pág. 423.
- Kim W.; Lorenz E.; Patterson P. (2002). "Effect of enzymatic and chemical treatments on feather solubility and digestibility". Poultry Science. Pág. (95-98).
- <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-10.php>
- <http://www.fao.org/docrep/016/al716s/al716s00.pdf>
- <http://www.una.org.mx/index.php/panorama/situacion-de-la-avicultura-mexicana>
- <https://es.statista.com/>
- <https://www.gob.mx/semarnat>