

# Implementación de Sistemas de Información Geográficos de Uso Libre como Propuesta para el Análisis del Territorio en las Materias de Urbanismo y Diseño Arquitectónico del TecNM

Mtro. Erik Vazquéz Cú<sup>1</sup>, Mtra. Ariadna Magdalena Acevedo Aguilar<sup>2</sup>,  
Arq. Layda Selina Amezcua Oreza<sup>3</sup>

**Resumen**—Dentro de la oferta educativa del Instituto Tecnológico de Campeche, perteneciente al Tecnológico Nacional de México (TecNM) se encuentra la carrera de Arquitectura, en su retícula a cursar existen dos materias: diseño arquitectónico y urbanismo, donde se analiza el territorio, lejos han quedado las digitalización de los mapas en físico para integrarlos a los programas de diseño C.A.D, hoy en día la gran cantidad de información, en formato digital, han propiciado la aparición de nuevas herramientas digitales que pueden analizar la forma, así como sus características cuantitativas, cualitativas además de geográficas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), de código abierto son Softwares que nos dan la posibilidad de utilizar estas herramientas sin costo alguno, en el análisis del territorio mediante insumos de última generación, para generar nuevos conocimientos, además de promover el uso de los SIG, en la formación de los futuros profesionistas dentro de un mercado laboral altamente competitivo.

**Palabras clave**—Sistemas de Información Geográfica, QGIS, Urbanismo, Arquitectura, Imágenes de satélite, Google Maps

## Introducción

La carrera de arquitectura, cuenta con una amplia gama de materias, sin embargo, la columna vertebral de esta profesión la conforman los módulos de diseño arquitectónico, el cual analiza un sin número de variables que van desde las necesidades básicas del estar, hasta el análisis del territorio, todo debe ser analizado antes de poder dar una solución mediante la generación del diseño de un espacio arquitectónico. Según Marulanda, J. (2018), la interpretación que hace el Arquitecto de los resultados de esta etapa es lo que define en buena medida la personalidad del proyecto. (Santos Preciado, 2020)

Como mencionamos, una de las tantas variables que se deben analizar, es el territorio, no sólo en sus características de infraestructura, sino también las características naturales que definirá la viabilidad del proyecto a nivel local, por otro lado, si hablamos a un nivel mayor, es decir, proyectos que requieren un análisis de mucha mayor extensión del territorio, como se propone en la materia de urbanismo, además de los temas anteriores, se deben agregar temas sociales, como también económicos, ya que estos temas definen el crecimiento sostenible de los nuevos asentamientos urbanos. En consecuencia, la gran cantidad de datos a recopilar, representa un reto para los alumnos, porque muchas veces, no saben por dónde empezar, más aún, aunque existen herramientas digitales que nos pueden ayudar a realizar el análisis, estas no están contempladas en el temario de las materias, queda a criterio del docente el emplearlas, esto muchas veces implica que el alumno, presenta un resultado que guarda mucha discrepancia con la realidad, en contraste, muchos organismos, institutos, dependencias, ya generan dichos datos, de manera libre o gratuita, estos se han incrementado significativamente, a la par del gran avance de la tecnología y el fácil acceso que tenemos a ella a un costo reducido, poniendo como ejemplo podemos mencionar que en nuestro día a día, utilizamos sin darnos cuenta, datos geográficos de plataformas digitales, tal es el caso de Google Maps, Waze, Open Street Maps, además de otras plataformas que muestran datos del territorio bajo plataformas en línea, estos servicios de mapas en línea son ejemplos de datos geográficos que manejamos habitualmente sin saber en realidad como se generan, sin embargo son de gran ayuda, son precisamente estos recursos los que propongo utilizar, para el beneficio de los estudiantes, que impacten no solo en un mejor análisis de sus proyectos, si no que también puedan utilizar herramientas digitales que complementen la formación integral del arquitecto ante un campo laboral altamente competitivo además en constante y acelerado cambio

<sup>1</sup> Mtro. Erik Vázquez Cú es Profesor de la carrera de Arquitectura cuenta con una maestría en Valuación de inmuebles E Industriales por el Instituto Tecnológico de la Construcción, especialista en temas de Sistemas de Información Geográfica, en el Instituto Tecnológico de Campeche [erik.vc@campeche.tecnm.mx](mailto:erik.vc@campeche.tecnm.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. Ariadna Magdalena Acevedo Aguilar es Profesora la carrera de Arquitectura en el Instituto Tecnológico de Campeche cuenta con maestría en Pedagogía por el Instituto Campechano [ariadna.aa@campeche.tecnm.mx](mailto:ariadna.aa@campeche.tecnm.mx)

<sup>3</sup> La Arq. Layda Selina Amezcua Oreza es Profesora la carrera de Arquitectura en el Instituto Tecnológico de Campeche cuenta con estudios de maestría en Pedagogía en proceso de titulación, por el Instituto Campechano [layda.ao@campeche.tecnm.mx](mailto:layda.ao@campeche.tecnm.mx)

### Descripción del Método

#### Antecedentes

El análisis del territorio no es privativo del diseño arquitectónico ni el urbanismo, esquemas de producción agropecuaria, protección del medio ambiente, enfermedades, actividades costeras, análisis de cambios en uso de suelo, prevención y manejo de desastres naturales, entre otras muchas actividades, dependen de su análisis para tomar decisiones, aplicar acciones, proponer planes, estrategias y políticas, que impacten en el uso sustentable del territorio. En este mismo tenor las materias de diseño arquitectónico y urbanismo contempla el análisis del territorio, a nivel local como a nivel regional, en el Cuadro 1 muestro algunos de los atributos del territorio que se analizan en ambos casos.

<p>Diseño Arquitectónico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio Físico Natural: clima, temperatura, precipitación pluvial, vientos, humedad, vegetación, tipo de suelo, topografía</li> <li>• Infraestructura: agua, electricidad, drenaje pluvial, pavimentación, telecomunicaciones, vialidades, edificios públicos del contexto</li> </ul>
<p>Urbanismo:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio Físico: clima, temperatura, precipitación pluvial, vientos, humedad, vegetación, tipo de suelo, topografía, edafología, geología, áreas naturales protegidas, escurrimientos, pendientes, curvas de nivel, uso de suelo, vegetación, pendientes</li> <li>• Infraestructura: agua, electricidad, drenaje pluvial, pavimentación, telecomunicaciones, vías de comunicación, infraestructura eléctrica, infraestructura hídrica, escuelas, edificios públicos, comercio, abasto, infraestructura deportiva, tipología de vivienda, edificios de carácter público, escuelas, hospitales, oficinas de gobierno, museos, auditorios, estadios, canchas, parques jardines etc, (equipamiento urbano).</li> </ul>

Cuadro 1. Producción total de unidades de los productos X, Y, y Z durante los primeros meses de 2007.

Como podemos observar intervienen una gran cantidad de información, misma que tienen dos características esenciales, la primera son las referencias espaciales, es decir, ocupan un lugar dentro de la geografía global, que las identifica, la segunda, características o atributos que dependen de la naturaleza de los mismos, en los últimos años debido a esta necesidad de analizar grandes cantidades de información, surgen productos informáticos para su manejo, tal es el caso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), (Santos Preciado, 2020) los (SIG) son instrumentos desarrollados para el manejo de datos e información referenciada espacialmente que se han convertido en el instrumento base para la planeación y la toma de decisiones. Ese es el objetivo a desarrollar en este artículo, la utilización de nuevas herramientas tecnológicas que nos permitan aprovechar la gran cantidad de información de uso libre que complementa la formación profesional de los estudiantes de la carrera de arquitectura del Instituto Tecnológico de Campeche del TecNM.

En un ejercicio tradicional, ya sea en la materia de urbanismo o en la materia de diseño, el análisis del territorio se desglosa tema por tema según sus características naturales o físicas (infraestructura), sobre una porción del territorio, a nivel local o regional, estos temas son superpuestos uno sobre otro formando capas de información, estas se analizan y se unen de manera tal, que van generando nuevas capas de información con elementos cuantitativos y cualitativos calificados según dichas características específicas, este proceso es un arduo trabajo de recopilación, y procesamiento. En la actualidad estas capas de información están generadas de manera digital, entidades como, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Consejo Nacional de Población, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Desarrollo Territorial y Urbano por mencionar algunos, generan esta información con base en SIG concentrándose en sus propias plataformas en línea de dominio público para su difusión. Dicha información se puede consultar y descargar desde estas plataformas o servidores, por eso la importancia de proponer el manejo de los SIG para poder captar, entender, además de analizar, esta gran cantidad de información puesta a disposición. Los SIG manejan una estructura de datos de tipo matricial que permite que los elementos no solo contemplen forma y posición sino también atributos, que pueden ser cualitativos o cuantitativos dependiendo la naturaleza de los mismos. Es tan vasto el número de opciones que al día de hoy ofrecen los desarrolladores de estos sistemas, que existen un gran número de ellos, estos sistemas tienen su origen por la década de los años 60 en Canadá en un principio para el manejo de un inventario de recursos naturales nacional, posteriormente esta tecnología fue impulsada por Estados Unidos por instancias gubernamentales en apoyo a la investigación, en especial a la problemática medio ambiental y control de recursos naturales, paralelamente el departamento de defensa ve en el desarrollo de esta tecnología un aliado en la defensa

aérea, con la llegada de la década de los ochentas, comienza el desarrollo comercial de la mano del abaratamiento de los costos y difusión de la aplicación de estos en diferentes campos de acción donde se pueden aplicar, dando como resultado el uso de esta herramienta, llegada la década de los noventas, el uso es cada vez mayor, no solo para los organismos gubernamentales si no para uso privado, donde finalmente crece exponencialmente y surgen muchas empresas dedicadas a la generación de estos software, tal es el caso de: ESRI, Intergraph, Strategic Mapping, MAPINFO etc, aunado a estos acontecimientos, el desarrollo en los sistemas de comunicación, almacenamiento, así como también, el acceso a computadoras de alto rendimiento con un costo relativamente bajo, hace de los SIG una herramienta de carácter global, en la imagen 1 se muestran algunos programas SIG con sus ligas en la web.

Uno de los programas más utilizados es el ArcGis de la empresa Esri, este programa es muy completo, confiable y de gran compatibilidad con la mayoría de archivos digitales que existen, sin embargo, aunque el costo es razonable por la calidad del producto, la gran mayoría de los analistas o profesionales tienen en esta característica un impedimento para su uso. No obstante debido al gran auge de estos programas hoy en día existen alternativas libres, es decir, sin costo, cuyas características son extremadamente similares, confiables y de gran robustez que las que lideran el mercado, el programa que propongo como herramienta a utilizar es Qgis, es un SIG de código abierto bajo la licencia GNU - General Public License, es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), es de los más completos, tiene gran compatibilidad con numerosos formatos que la hacen una gran opción para su empleo, ahora bien, ¿cómo operan estos SIG?, estos sistemas trabajan con un conjunto de cuatro archivos, el primero es el archivo \*.shp que contiene información referente a la forma de cualquier elemento en el territorio, dichas formas pueden ser de tres diferentes tipos: un punto, que puede representar una posición localizada con mucha precisión, o bien puede representar un marcador topográfico, o bien, un poste telefónico o bien una planta individual, la segunda forma, puede ser una línea, representando ríos, calles y carreteras, líneas de servicios o transectos de estudio y por último otra forma que también puede ser representada son polígonos que representan lugares que tienen una superficie, como cuerpos de agua, límites de área jurisdiccional o de servicio, zonas con fauna o inundaciones, el segundo archivo es el \*.dbf que contiene datos o atributos muy específicas de carácter cualitativo y cuantitativo que las hace únicas, es decir es una base de datos de cada forma, el tercer archivo es el \*.shx, es un elemento índice que une los archivos de forma \*.shp con los archivos \*.dbf, y por último el cuarto archivo \*.prj que contiene la información sobre la ubicación geográfica de cada elemento (sistema de proyección geográfica).

Este conjunto de archivos pudiera parecer muy complejo, sin embargo, en la operatividad del sistema, es imperceptible, la interacción de los diferentes archivos entre sí, lo único que nosotros podremos percibir

Productos SIG	Dirección electrónica
AGIS	<a href="http://www.agismap.com/">http://www.agismap.com/</a>
ArcGis	<a href="http://www.esri.com/">http://www.esri.com/</a>
ArcView	<a href="http://www.esri.com/">http://www.esri.com/</a>
EMAGIS	<a href="http://www.rd.tetrattech.com/">http://www.rd.tetrattech.com/</a>
ER Mapper	<a href="http://www.ermapper.com/">http://www.ermapper.com/</a>
FRAGSTAT*ARC	<a href="http://www.innovativegis.com/">http://www.innovativegis.com/</a>
Geographic Explorer	<a href="http://www.bluemarblegeo.com/">http://www.bluemarblegeo.com/</a>
GEOFORMPH	<a href="http://www.active-ware.com/">http://www.active-ware.com/</a>
IDRISI	<a href="http://www.clarklabs.org/">http://www.clarklabs.org/</a>
Landserf	<a href="http://www.soi.city.ac.uk/">http://www.soi.city.ac.uk/</a>
Manifold	<a href="http://www.manifold.net/">http://www.manifold.net/</a>
Map Publisher	<a href="http://www.avenza.com/">http://www.avenza.com/</a>
MDTop	<a href="http://www.digi21.net/">http://www.digi21.net/</a>
MICRODEM	<a href="http://www.usna.edu/">http://www.usna.edu/</a>
Miramón	<a href="http://www.uab.es/miramón/">http://www.uab.es/miramón/</a>
Mobil Maps	<a href="http://www.mobilmaps.com/">http://www.mobilmaps.com/</a>
Multi Gis	<a href="http://ourworld.compuserve.com/">http://ourworld.compuserve.com/</a>
Multi Spec	<a href="http://dynamo.ecu.purdue.edu/">http://dynamo.ecu.purdue.edu/</a>
PC ARC/INFO	<a href="http://www.esri.com/">http://www.esri.com/</a>
PC Raster	<a href="http://www.frw.ruu.nl/pcraster.html">http://www.frw.ruu.nl/pcraster.html</a>
Point Line Poly	<a href="http://www.pierssen.com/">http://www.pierssen.com/</a>
Relieves	<a href="http://www.geocities.com/">http://www.geocities.com/</a>
Small World	<a href="http://www.geopower.com/">http://www.geopower.com/</a>
SPRING	<a href="http://www.dpi.inpe.br/spring/">http://www.dpi.inpe.br/spring/</a>
SWAT	<a href="http://www.brc.tamus.edu/">http://www.brc.tamus.edu/</a>
TOPAZ	<a href="http://duke.usask.ca/">http://duke.usask.ca/</a>
Top Model	<a href="http://www.es.lanc.ac.uk/">http://www.es.lanc.ac.uk/</a>
Visual Explorer	<a href="http://www.woolleysoft.co.uk/">http://www.woolleysoft.co.uk/</a>
Win Disp	<a href="http://www.fao.org/">http://www.fao.org/</a>

Fig.1.Productos de Sistemas de información Geográficas y sus direcciones en internet figura tomada de Santos Preciado, J. M. (2004). Sistemas de Información Geográfica.. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.



Fig.2.Archivos necesarios para una capa de información en los Sistemas de Información Geográfica tomada de <https://www.kaggle.com/code/shivamb/2-automation-pipeline-integration-processing/notebook>

son las diferentes capas de información del territorio expresadas o traducido en dibujos puntos, líneas o polígonos, como lo muestra la figura 3. superpuestos para su análisis, lo que es de suma importancia dejar muy en claro, es que a la falta de cualquiera de estos archivos \*.shp, \*.dbf, \*.shx, \*.prj el elemento quedara inoperante y por tal motivo su manipulación será imposible.

En el siguiente ejemplo pondré a prueba la eficacia de la herramienta, así como la gran cantidad de información de uso público que se puede obtener, en la figura 4 podemos observar ya la ejecución del software, también podemos apreciar las capas de información que presentar una porción de territorio, dichas capas son, localidades urbanas, localidades rurales, curvas de nivel, carreteras, y estados, se puede observar que tenemos tres tipo de entidades de forma, puntos (localidades), líneas (carreteras) y polígonos (estados), como habíamos expuesto anteriormente, cada uno de estos elementos tiene sus características cualitativas y cuantitativas como se puede observar en la figura 5, también es importante resaltar que en ningún momento la interacción de los diferentes archivos interviene con el uso de las capas, como consiguiente se pueden hacer preguntas más avanzadas, como por ejemplo: que localidades tienen menos de 300 habitantes como en la fig 6 se distinguen dichas localidades en color amarillo o que vialidades son interrumpidas por curvas de nivel como se observa en color rojo en la fig 6, todos estos datos fueron tomados de la cartografía del INEGI, misma que es pública, ahora bien, también tenemos cartografía disponible a nivel local proporcionada por el Programa de Desarrollo Urbano tales como calles, lotificación, y equipamiento urbano en la figura 7 podemos observar la traza a nivel manzana con la ubicación de parques recreativos en toda la ciudad que nos puede servir como diagnóstico cuando necesitemos desarrollar un nuevo proyecto de parque.

Otra gran ventaja de este software es la gran conectividad o conexión con servicios remotos de cartografía e imágenes de satélite en línea, a nivel global, esto es mediante Web Map Service (WMS) proporcionado por la empresa Open Geospatial Consortium (OGC) que produce mapas, de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica. Otra gran ventaja de este software es la gran conectividad o conexión con servicios remotos de cartografía e imágenes de satélite en línea, a nivel global, esto es mediante Web Map Service (WMS) proporcionado por la empresa Open Geospatial Consortium (OGC) que produce mapas, de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica.

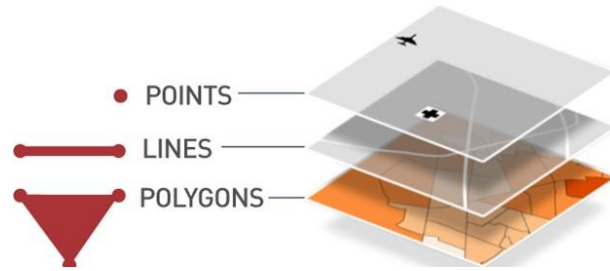


Fig.3.Líneas puntos y polígonos, convertidos en capas de información como archivos nativos de los (SIG), tomada de [https://bookdown.org/gmcirco42/crime\\_mapping\\_and\\_analysis/lab2.html](https://bookdown.org/gmcirco42/crime_mapping_and_analysis/lab2.html)

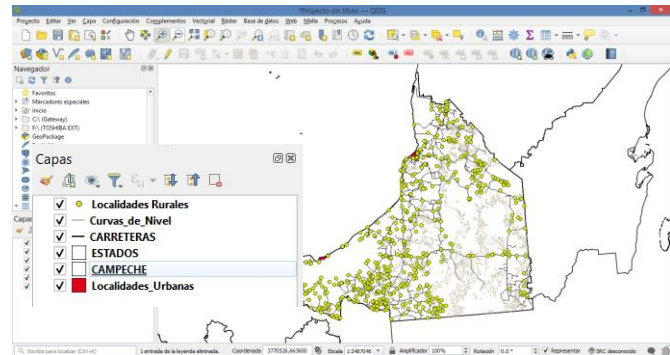


Fig.4.Interface del programa Qgis, con información en capas de localidades rurales, curvas de nivel, carreteras, estados, estado Campeche y localidades urbanas obtenida de los datos que proporciona el INEGI, elaboración propia

La imagen muestra una tabla de atributos con dos pestañas. La pestaña 'geografica' muestra los siguientes datos:

geografica	cve_mun	nombre	num_hab
1	011	LA RELOJA	0
2	003	LAS TRES MAR...	52
3	011	SAN DIEGAS	0
4	003	EL SACRIFICIO ...	0
5	006	CAMPO MENO...	144
6	002	LOS CARLOS	0
7	001	LA SIERRA	143
8	006	CAMPO MENO...	0
9	006	CAMPO MENO...	120

La pestaña 'Localidades Rurales - Opciones Tablas SQL Filter...' muestra los siguientes datos:

cve_LOC	NOM_LOC
0001	Calone
0002	Isla Aroca
0003	Bacabchén
0004	Baúl
0005	Canopucub
0006	San Agustín Ch...
0007	Dzibiché
0008	Huamán
0009	Pucmachén

Fig.5.Tabla de atributos cuantitativos y cualitativos, de las capas mostradas en Qgis, fuente: elaboración propia

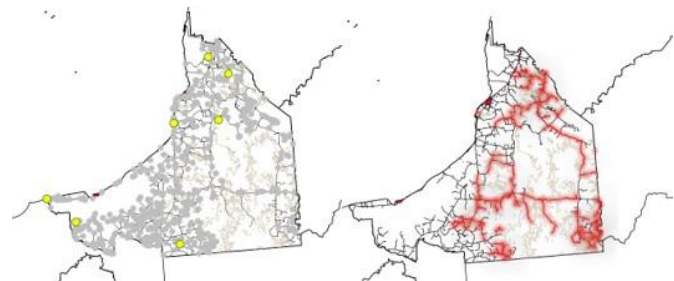


Fig.6.El gráfico de la izquierda muestra las localidades de menos de 300 hab, en la imagen de la derecha, se observa las vialidades interrumpidas por curvas de nivel fuente: elaboración propia



QGIS, al ser un software de código abierto, muchos usuarios colaboran con el desarrollo de esta herramienta para crear nuevas características que mejoren el análisis de datos espaciales, obteniendo resultados más específicos y controlados dependiendo del objetivo del trabajo, un ejemplo lo muestra la Fig 8, donde se muestra la integración de una nueva característica, se trata de acceso a servicios de imágenes de satélites almacenados en diferentes plataformas disponibles a través de un complemento que se habilita una vez instalado el programa, esta posibilidad de acceder a imágenes de satélite, de manera gratuita, mejora significativamente la calidad de análisis, en las siguiente imagen se agregan imágenes de satélite al análisis original, y se puede observar con mucha mayor claridad las características físicas generales del territorio como se muestra en las figura 9 y 10.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Para cerrar, claramente, los (SIG) han alcanzado un acelerado desarrollo, acompañados de gran accesibilidad, así lo demuestro, con los diferentes datos que implementamos para nuestro análisis de ejemplo de las dependencias, organismos, comunidades enfocadas a la cooperación, llevándonos no solo a la generación de nuevos conocimientos, sino también al enriquecimiento de nuestra formación profesional, en mi carácter de facilitador de conocimiento debo procurar estar siempre dos pasos adelante o por lo menos estar a la par de las nuevas herramientas de análisis que impacten en el uso del territorio, o en la enseñanza de la Arquitectura esta propuesta sobre el uso de los SIG de uso libre proporcionará a los alumnos de nuevas herramientas, para que pongan en práctica todo lo aprendido, utilizando gran cantidad de información generada sin costo alguno, esperando que estos alumnos propongan nuevas técnicas, conocimientos o metodologías que les permita a nivel regional o local aprovechar de manera sustentable el uso del territorio, o brindar soluciones basadas en el análisis integral del mismo, creo firmemente que el conocimiento de estas herramientas los harán más competitivos en un ambiente laboral, de naturaleza cambiante,

#### Conclusiones

De este modo la forma de cómo se analiza el territorio ha cambiado vertiginosamente, los alumnos han crecido con la tecnología en la mano, ellos no conciben un mundo si herramientas tecnológicas que los ayude a entender el mundo, el Instituto Tecnológico de Campeche, debe estar consiente en que esta nueva visión del territorio tiene que impactar en los planes, y programas de estudio, generando un dinamismo y por ende renovarse o ser revisados constantemente

#### Recomendaciones

Académicamente propongo integrar el uso de estas herramientas como parte del conocimiento que deberán adquirir los alumnos específicamente al tratar las primeras unidades de la materia de Diseño Arquitectónico

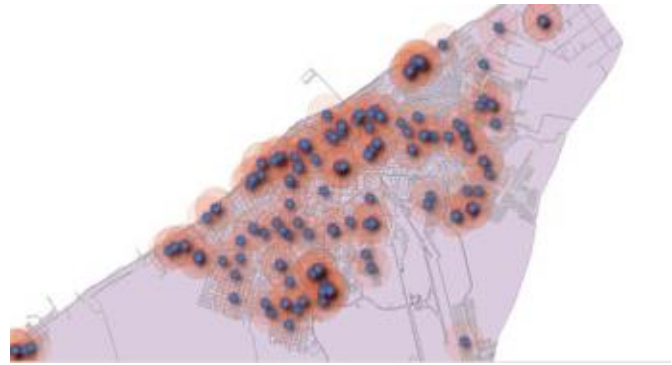


Fig.7.El mapa muestra la ubicación de los parques urbanos dentro de la ciudad de San Francisco de Campeche, Campeche fuente: elaboración propia.

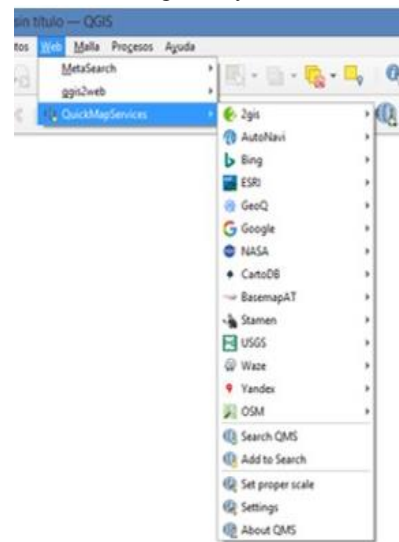


Fig.8. Muestra la extensión QuickMapServices que el software permite habilitar dentro de las extensiones que se obtienen mediante el acceso a la base de datos en línea



Fig. 9. Se muestra la las vialidades sobre curvas de nivel, sobre una imagen de satélite del servicios de mapas, elaboración propia



Fig.10.El mapa muestra la ubicación de los parques urbanos dentro de la ciudad de San Francisco de Campeche, Campeche, sobre una imagen de satélite obtenida del servicio de mapas fuente: elaboración propia.

específicamente en el subtema recopilación de datos dentro de la unidad llamada forma-función-espacio interior, así mismo en la materia de urbanismo uno, en los temas de urbanismo, geografía urbana, y políticas de desarrollo urbano, cabe mencionar también la posibilidad de desarrollar una especialidad dentro de la carrera de Arquitectura, donde los alumnos puedan enfocarse de manera particular en estos conocimientos y especializarle en el uso de estas nuevas herramientas tecnológicas.

## Referencias

- Marulanda, J. (2018). *Introducción al diseño arquitectónico*. Cordoba Argentina: El Cid Editor.  
Santos Preciado, J. (2020). *Sistemas de información geográfica*. UNED Universidad Nacional de Educación a Distancia.

## Diseño y Simulación de una Estructura y Mecanismo para Corte de Tuberías de Acero de 3/4 a 6 Pulgadas de Diámetro

Ing. Mónica Vázquez Gracia<sup>1</sup>  
M.C. Inés Eduardo Gallegos Silva<sup>2</sup>  
M.C. Macario López Meza<sup>3</sup>  
M.C. Marco Antonio Olguín Amador<sup>4</sup>  
M.C. Marcela Castillo Juárez<sup>5</sup>

**Resumen**—En el presente proyecto se propone un diseño de estructura de acero y mecanismo para corte para tuberías de diámetros menores con la finalidad de agilizar los tiempos de producción y fabricación de spools de tuberías de acero en los patios de fabricación, con la ayuda de un sistema más automatizado que el que actualmente se maneja en la zona.

**Palabras clave**—Estructura, Mecanismo, Corte, Tuberías, Acero.

### Introducción

Actualmente en la zona sur del estado de Tamaulipas existen diversos patios de fabricación de estructuras como lo son: plataformas marinas, racks de tuberías, naves industriales, spools de tubería, ver Figura 1. Los spools de tuberías, los cuales pueden transportar diferentes tipos de fluidos ya sea en una planta industrial o en una plataforma marina son el punto de atención dentro de los patios de fabricación y están compuestos por tuberías de acero de diámetros y espesores variables, para el proceso de fabricación, existe una amplia gama de sistemas de corte industrial automatizados para tuberías de acero de diámetros mayores de 8 pulgadas, utilizando diferentes métodos de corte y sujeción con la finalidad de agilizar el proceso de producción y fabricación de estructura, sin embargo, aún se sigue manejando para tuberías de diámetros menores métodos de corte de manera manual.



Figura 1 Spool de tuberías.

Para poder entender la diferencia entre los dos sistemas más utilizados para los cortes de tubería es importante conocer el funcionamiento, así como las ventajas y desventajas de cada uno.

#### *Sistemas de corte con oxicorte*

El oxicorte es una técnica de corte por oxidación mediante una llama. Dicha llama se produce mediante la combustión entre un gas combustible como lo puede ser el gas propano, hidrogeno o acetileno y un gas comburente como lo es el oxígeno.

#### Ventajas

- Conveniente para el rango medio alto de espesores

<sup>1</sup> Ing. Mónica Vázquez Gracia es Estudiante de Maestría en Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. [G19073012@cdmadero.tecnm.mx](mailto:G19073012@cdmadero.tecnm.mx)

<sup>2</sup> M.C. Inés Eduardo Gallegos Silva es Profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. [ines.gs@cdmadero.tecnm.mx](mailto:ines.gs@cdmadero.tecnm.mx)

<sup>3</sup> M.C. Macario López Meza es Profesor Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. [macario.lm@cdmadero.tecnm.mx](mailto:macario.lm@cdmadero.tecnm.mx)

<sup>4</sup> M.C. Marco Antonio Olguín Amador es Profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. [marco.oa@cdmadero.tecnm.mx](mailto:marco.oa@cdmadero.tecnm.mx)

<sup>5</sup> M.C. Marcela Castillo Juárez es Profesor del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas. [marcela.cj@cdmadero.tecnm.mx](mailto:marcela.cj@cdmadero.tecnm.mx)

- Baja inversión inicial
- Repuestos y combustibles de bajo costo
- Posibilidad de biselar con tres antorchas simultaneas

#### Desventajas

- Baja calidad de corte debajo de 5 mm de espesor
- Deformación en materiales de bajo espesor que se debe corregir posteriormente
- Por el gran aporte térmico el calor afecta en una zona amplia
- Baja precisión en el reposicionado en piezas grandes por el impacto térmico
- Baja velocidad de corte en relación con otros procesos

#### *Sistemas de corte con disco*

Los discos de corte son considerados herramientas abrasivas, generalmente están fabricados de óxido de aluminio y se caracterizan por ser discos muy finos que garantizan un corte muy preciso de los metales, sin embargo, tienen una vida útil muy corta porque su desgaste es muy rápido y se puede romper con facilidad.

#### Ventajas

- Es relativamente económico
- Corta tubos redondos, cuadrados y rectangulares
- Con tubos de espesor delgado a grueso
- Hace cortes en ángulo
- Corta tubos con mínima rebaba y distorsión en el corte cuando se mantienen cuchillas afiladas

#### Desventajas

- Hay una cierta pérdida de material en forma de virutas
- Puede ser necesario un proceso secundario de limpieza de tubos
- En sierras de cabeza múltiple, puede resultar difícil de mantener la tolerancia
- Puede ser necesario afilar las cuchillas del disco con cierta frecuencia
- En tubos de muy poco grosor puede producirse cierta deformación

El presente proyecto tiene como propósito el tener un sistema de corte más completo para el manejo y corte de tuberías de diámetros menores con la finalidad de reducir costos de producción, mano de obra, tiempos muertos, así como la optimización de materiales para las compañías que se encargan de la fabricación de estructuras y spools de tuberías en el área del oil & gas, así como también en la industria petroquímica, reduciendo el desperdicio de material y tiempos de fabricación.

#### *Objetivo General*

Diseñar y simular una estructura y mecanismo para los cortes en tuberías de acero de 3/4 a 6 pulgadas de diámetro.

#### *Objetivos específicos*

Diseñar una estructura que tenga la capacidad de soportar las cargas producidas por el peso propio de las tuberías de 6 metros de longitud máxima y diámetros menores.

Diseñar un elemento de sujeción para los tubos, que permita adaptarse a diferentes diámetros sin dañar la tubería.

Diseñar el mecanismo de desplazamiento de tubería.

Modelar la estructura de los mecanismos y desplazamiento.

Seleccionar un elemento de corte que sea lo suficientemente resistente para que se pueda optimizar al realizar los cortes en las tuberías evitando dañarla.

Simular estructura de soporte, mecanismo de sujeción y desplazamiento.

## **Descripción del Método**

#### *Criterios de diseño*

Para el diseño de la estructura de soporte de esta magnitud existen diversas variables tales como peso de la tubería y elementos mecánicos que actúan sobre la estructura, para poder determinar si la estructuración propuesta no tendrá problemas de deformaciones o desplazamientos, se realiza un análisis el cual es el estudio de esfuerzos y deformaciones que se presentaran en el ensamble en cada una de sus piezas las cuales están sujetas a diversas cargas y restricciones, mediante este análisis podemos obtener la información necesaria para conocer si el material y la estructuración propuesta que utilizamos es el adecuado para tener la certeza de que nuestro diseño es seguro y viable.

Dentro de la ingeniería mecánica se nos ofrece variedad de métodos para poder resolver esta necesidad mediante el análisis estático y dinámico del modelo, el método en el cual nos vamos a enfocar para este proyecto es el método del elemento finito. El diseño de la estructura se realizará en el Software Solid Works.



*Estructura de soporte para transporte de tubería y desplazamiento*

El diseño de la estructura de soporte para transporte de tubería y desplazamiento, ver Figura 2, considera el diámetro de las tuberías de 3/4 a 6 pulgadas se consideran las cargas producidas por el peso propio de la tubería, así como la carga del pistón hidráulico de  $\varnothing 82.55$  mm, con una presión de operación de 250 psi (17.24 bar), colocado debajo de los rodillos de transporte y que servirá a su vez para el desplazamiento de la tubería. La estructura está conformada con perfiles de acero al carbón, columnas a base de perfil PTR en acero ASTM A-500 Grado B, Canales tipo CE en acero ASTM A-36, barra de 13 mm de diámetro en acero ASTM A-36, como se muestra en la Figura 4, en el cuadro No. 1 se indican las cargas consideradas de operación que se aplicaran en el diseño.

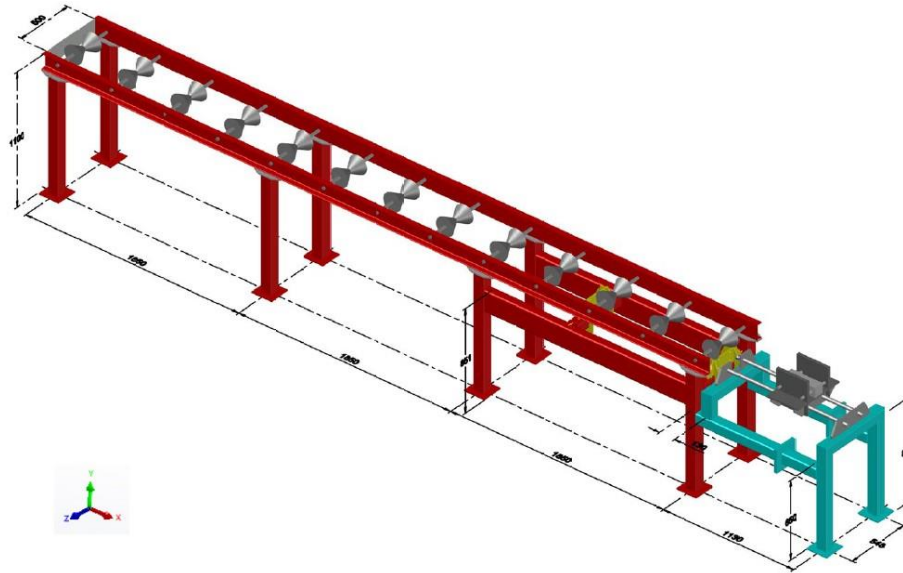


Figura 2 Estructura de soporte para transporte de tubería

Descripción	Dirección	Carga	Unidad
Peso Propio	Y	-250	Kg
Peso Tubería	Y	-475	Kg
Fuerza Pistón	X	650	Kg

Cuadro 1 Cargas aplicadas en la estructura de soporte y desplazamiento

*Elemento de sujeción para transporte de tuberías de diámetro variable*

El elemento de sujeción para tuberías de diámetros variables, ver Figura 3, está conformado por placas de acero al carbón ASTM A-36 que se deslizara por las barras de 30 mm de diámetro mediante rodamientos lineales de bolas con brida, la sujeción de la tubería sería mediante 2 pistones neumáticos de 100 mm de diámetro con una presión de operación de 6 bar.

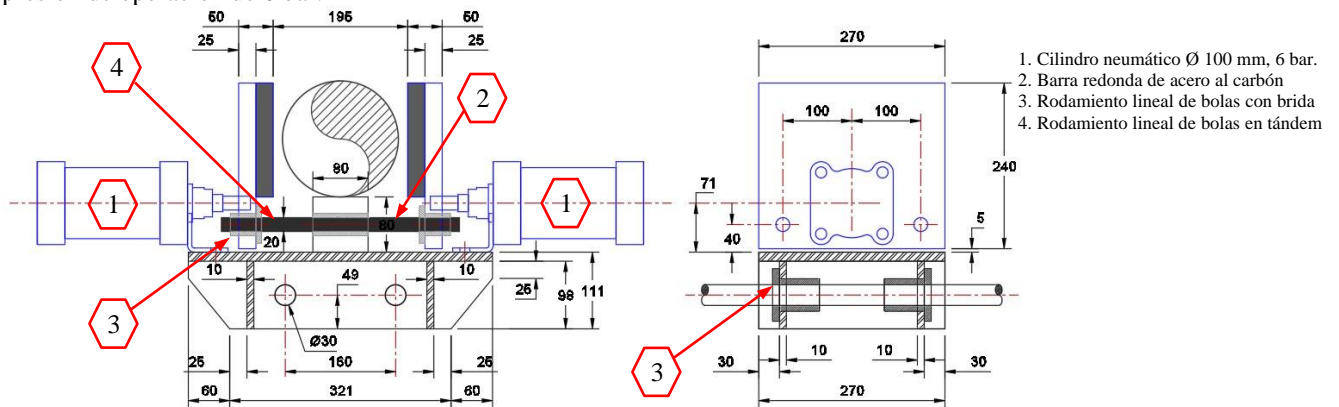


Figura 3 Elemento de sujeción para transporte de tubería de diámetros variables

*Estructura de soporte para corte*

Para el diseño de la estructura para corte, ver Figura 4, se consideran las cargas producidas por el peso de la tubería, así como también la carga que se ejerce por el corte de la tubería, las tuberías a cortar con el disco sierra son únicamente de 3/4 a 3 pulgadas. La estructura está conformada con perfiles de acero al carbón, columnas a base de perfil tipo PTR en acero ASTM A-500 Grado B, las vigas son perfil tipo IR en acero ASTM A-36, como se muestra en la Figura 5, en el cuadro No. 2 se indican las cargas consideradas de operación que se aplicaran en el diseño.

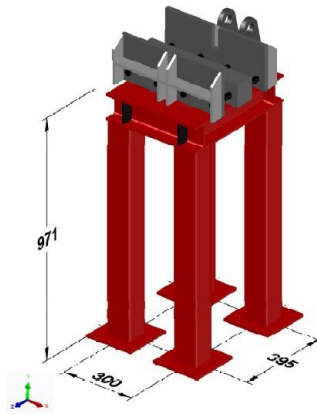


Figura 4 Estructura para corte de tubería de 3/4 a 3 pulgadas de diámetro

Descripción	Dirección	Carga	Unidad
Fuerza Corte	Y	-300	kg
Fuerza Pistón	Z	+/- 150	kg

Cuadro 2 Cargas aplicadas en la estructura de corte

*Selección de mecanismo de corte*

Para el corte de la tubería de 3/4 a 3 pulgadas de diámetro se seleccionó un disco sierra el cual es un mecanismo del mercado que opera de manera manual, cuya capacidad máxima es para tubería de 89 mm de diámetro y un espesor de pared de 5 mm, el cual tiene un motor de 3 HP y un reductor de velocidad a una proporción 1:33, Marca Brobo Modelo S350D, ver Figura 5, el cual se adecuara para automatizar el corte para las tuberías.

Para el corte de la tubería de 4 a 6 pulgadas de diámetro las cuales son tuberías más grandes las cuales requieren un manejo con el sistema de corte oxicorte debido a su diámetro y espesor de paredes, el equipo es una máquina de corte portátil PCM robusta, ver Figura 6, cortadora de tubo de cadena.

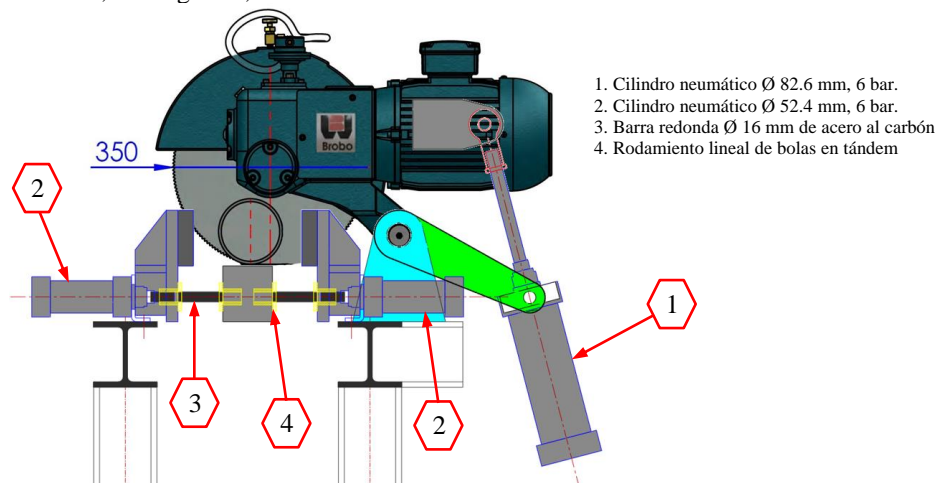


Figura 5 Equipo de corte para tuberías de 3/4 a 3 pulgadas



Figura 6 Máquina de corte de tubería Oxicorte

### Comentarios Finales

En el artículo, se presenta los criterios y estructuración propuesta para el diseño de las estructuras de soporte para transporte y corte de las tuberías, se muestran las cargas utilizadas de operación.

#### Resumen de resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis estático realizado en las dos estructuras de soporte para transporte, movimiento y corte de la tubería, ante las cargas de operación bajo las cuales trabajara.

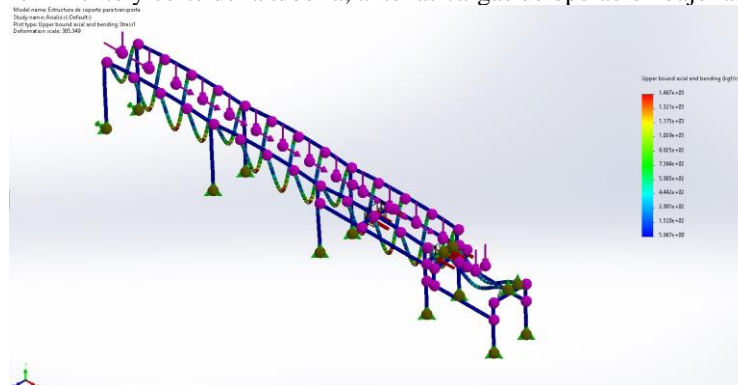


Figura 7 Esfuerzos normales sobre la estructura

Como se observa en la Figura 7, el máximo valor del esfuerzo que actúa en la estructura es de  $1467 \text{ kg/cm}^2$ , comparado con el esfuerzo resistente de la estructura que es  $2549 \text{ kg/cm}^2$  que resiste las barras y canales y  $3212 \text{ kg/cm}^2$  en elementos PTR, por lo que se considera que la estructuración propuesta es adecuada.

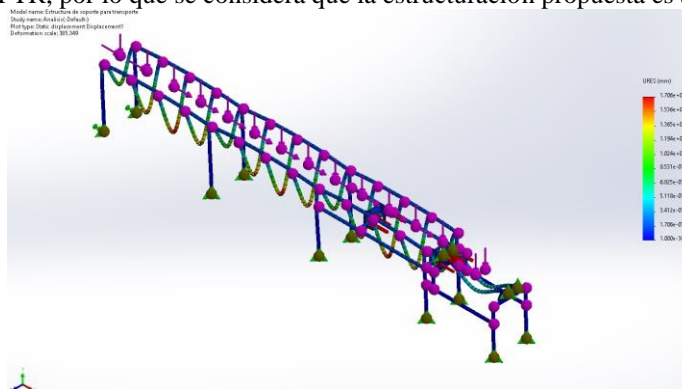


Figura 8 Desplazamientos resultantes de la estructura

Como se observa en la Figura 8, el desplazamiento resultante máximo es de 1.70 mm en el elemento barra de 13 mm de diámetro por lo que se considera que la estructuración propuesta es adecuada.

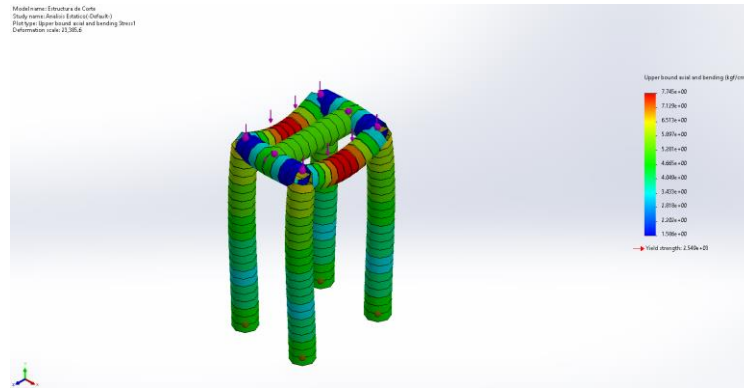


Figura 9 Esfuerzos normales sobre estructura de corte

Como se observa en la Figura 9, el máximo valor del esfuerzo que actúa en la estructura es de  $7.74\text{kg/cm}^2$ , comparado con el esfuerzo resistente de la estructura que es  $2549\text{kg/cm}^2$  que resiste la estructura en y  $3212\text{kg/cm}^2$  en elementos PTR, por lo que se considera que la estructuración propuesta es adecuada.

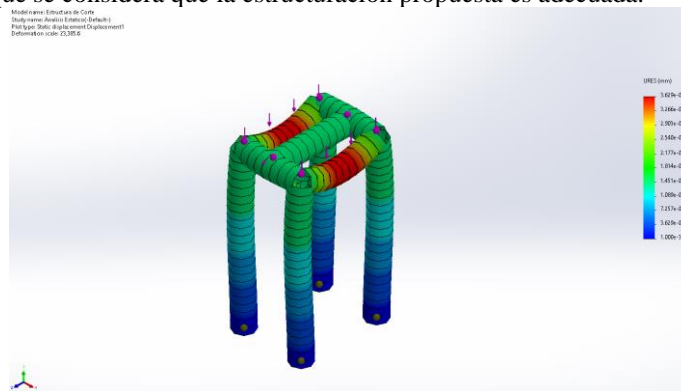


Figura 10 Desplazamiento resultante de la estructura

Como se observa en la Figura 10, el desplazamiento resultante máximo es de  $0.0036\text{ mm}$  en la viga IR por lo que se considera que la estructuración propuesta es adecuada.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos en los modelos de análisis propuestos presentan un comportamiento estructural aceptable ante las cargas de operación consideradas, por lo que se puede concluir que las estructuras propuestas son aceptables.

La estructura de soporte y elementos de sujeción propuestos facilitan los trabajos de corte de tuberías al realizar por medio de estos mecanismos un trabajo más automatizado.

### Referencias

Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston, John T. DeWolf. "Mecánica de Materiales" 3ra. Edición (2004), Ed. Mc Graw Hill

Robert W. Fitzgerald. "Mecánica de Materiales" Ed. Alfaomega

Robert L. Mott, P.E. "Diseño de elementos de máquinas" 4ta. Edición (2006), Ed. Pearson Educación.

Richard G. Budynas, J. Keith Nisbett. Shigley's Mechanical Engineering Design 10th. Edition (2015), Ed. Mc Graw Hill

Eduardo Frías Valero. "Aportaciones al estudio de máquinas eléctricas de flujo axial mediante la aplicación del método de los elementos finitos, Tesis Doctoral", Departamento de Ingeniería Eléctrica. UPC Capitulo 5 (2004)



# Análisis de la Aplicación de Estrategias Fiscales en las Microempresas con Actividad de Construcción

Vázquez Olán Mayra Roxana <sup>1</sup>, Selem Salinas Mario Arturo<sup>2</sup>,  
Díaz Rodríguez Eustacio<sup>3</sup> y Beltrán López Robert<sup>4</sup>

**Resumen** – En este trabajo se analiza el uso de estrategias fiscales y administrativas con el fin de garantizar la maximización del beneficio económico de las microempresas con actividad de construcción en la ciudad de Chetumal Quintana Roo, México. Mediante la herramienta informática DENUÉ disponible en el sitio oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía se identificó el universo y mediante la ecuación estadística para determinar proporciones poblacionales se calculó la muestra a la cual se les aplicó una encuesta como instrumento de investigación. Los resultados obtenidos nos indican que a pesar de que un 88% de los empresarios manifiestan conocer sus obligaciones fiscales, un 85% desconocen los estímulos fiscales, además de que cerca de un 70% de los encuestados expresaron haber sido requeridos por la autoridad fiscal en más de 4 ocasiones por lo que se evidencia una falta de conocimiento para afrontar dichas obligaciones establecidas en la legislación vigente.

**Palabras clave:** construcción, Mypes, estrategias fiscales.

## Introducción

Las estrategias fiscales en todas las empresas forman parte del control interno y la planeación que cada una de ellas lleva a cabo de acuerdo con lo que la ley les permite, obteniendo como resultados la disminución del pago de impuestos por los beneficios o estímulos brindados por las autoridades siempre y cuando se conozcan estos beneficios.

La problemática presentada en este proyecto es analizar la actividad de las constructoras de la ciudad de Chetumal Quintana Roo, México y verificar el conocimiento y la aplicación de sus obligaciones y estímulos fiscales, llevando a cabo una estrategia fiscal debido a que son las más requeridas por la autoridad y las más sujetas al mayor pago de impuestos ya que es un ramo de la industria cuyo principal factor de riesgo es el humano, en este sentido se planea la pregunta de investigación:

*¿Utilizan estrategias fiscales las empresas con actividad de construcción establecidas en Chetumal Quintana Roo, México?*

El autor Ronda (2002) define que las estrategias son programas generales de acción que llevan consigo compromisos de énfasis y recursos para poner en práctica una misión básica. Son patrones de objetivos, los cuales se han concebido e iniciado de tal manera, con el propósito de darle a la organización una dirección unificada. A base de técnicas plasmadas para obtener un resultado favorable a través de una planeación que va ligada a un buen control de las actividades para llegar a una meta establecida. Una estrategia bien formulada ayuda al mariscal a coordinar los recursos de la organización hacia una posición única, viable, basada en sus competencias relativas internas, anticipando los cambios en el entorno y los movimientos contingentes de los oponentes inteligentes.

Aguirre (1981) nos señala que la aplicación de una estrategia fiscal tendrá por objeto la optimización de la carga tributaria, siempre dentro del más absoluto respeto a los preceptos legales relativos, a efecto de prever los resultados financieros y fiscales, sin ubicarse en los supuestos delictivos. La estrategia fiscal es aplicar el derecho que tienen todos los contribuyentes para disminuir el pago de los impuestos a través de estímulos fiscales que la misma autoridad nos otorga. Es saber aprovechar los beneficios brindados por la autoridad fiscal sin violar alguna ley establecida.

<sup>1</sup> Vázquez Olan Mayra Roxana es egresada de la carrera de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chetumal [mayra-olan@hotmail.com](mailto:mayra-olan@hotmail.com)

<sup>2</sup> Selem Salinas Mario Arturo es profesor del Instituto Tecnológico de Chetumal adscrito al Departamento de Ciencias Económico-Administrativas [mario.ss@chetumal.tecnm.mx](mailto:mario.ss@chetumal.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Díaz Rodríguez Eustacio es profesor del Instituto Tecnológico de Chetumal adscrito al Departamento de Ciencias Económico-Administrativas [eustaci.dr@chetumal.tecnm.mx](mailto:eustaci.dr@chetumal.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>4</sup> Beltrán López Robert es profesor del Instituto Tecnológico de Chetumal adscrito al Departamento de Ciencias Económico-Administrativas [robert.bl@chetumal.tecnm.mx](mailto:robert.bl@chetumal.tecnm.mx)

Como se indicó anteriormente, la estrategia va de la mano con la implementación de un control interno formal en una empresa constructora, medido en términos de un método mínimo de control que regule la operación de procesos de organización y control, garantizará la razonable confianza en las operaciones en dichos procesos. (Hurtado, 2019).

Santillana (2015) mencionan los tres principales objetivos que tiene el control interno son promover eficacia y eficiencia en las operaciones, asegurar confiabilidad en la información financiera y mantener el cumplimiento con las leyes y regulaciones aplicables.

Considerando el control interno, Mantilla (2013) argumenta que la supervisión es una actividad fundamental que deberá aplicarse a todos los niveles de responsabilidad y puede ser manejada por medio de una serie de métodos:

- Por otros empleados, donde las labores de dos o más empleados son complementarias y el trabajo de uno proporciona la manera de revisar la exactitud en el otro.
- La revisión por parte de los supervisores o jefes de departamento de las operaciones de sus subalternos.
- El uso de los recursos especiales de control, tales como: sistemas establecidos de costos, de control presupuestal, de personal de auditoría interna y, en el nivel de producción, los estudios de tiempos y movimientos y las normas de calidad.

Leonard (2001) hace referencia a que los métodos más comunes para evaluar el control interno son:

Método descriptivo: Consiste en la explicación más o menos detallada de los principales aspectos de la administración, clasificándolos y refiriéndolos ordenadamente.

Método gráfico: Los elementos del control interno se hacen constar mediante esquemas y gráficas tratando objetivamente de indicar la organización y los procedimientos que la compañía tiene en vigor en sus departamentos o actividades, o bien, en preparar gráficas combinadas de organización y procedimientos.

Método de cuestionarios: Se refiere al diseño de una serie de preguntas encaminadas a cubrir los aspectos más importantes del control interno, es decir, se plantean cuestionarios que usualmente constituyen los aspectos básicos de toda organización.

Por otra parte, se define la Obra Pública como aquellas destinadas con fines hacia el beneficio de la sociedad financiada con el dinero recaudado por el pago de impuestos tal y como lo dice el artículo 31 fracción IV de la constitución política de los estados unidos mexicanos para contribuir con el gasto público. En este rubro encontramos puentes, carreteras, hospitales, escuelas, etc. (Angulo, 2011).

### **Metodología**

El enfoque de este trabajo es cualitativo debido a que se limita en describir las estrategias consideradas por las empresas en el sector de la construcción. El tipo de investigación se considera exploratorio ya que si bien el fenómeno no se considera nuevo se puede decir que ha sido poco estudiado dado la delimitación del objeto de estudio, por otra parte, el estudio se considera descriptivo ya que está basado en la realidad de hechos que se analizan mediante la aplicación de un instrumento que es la encuesta.

Con base a la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) disponible en el sitio de internet del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se determinó el universo de empresas que se encuentran establecidas en la ciudad de Chetumal de acuerdo con área geográfica seleccionada; de igual forma se consideró el criterio de aquellas microempresas que cuentan con un rango de cero a cinco trabajadores y además que cumplen con la actividad económica definida como Construcción con código 23 y la subclasificación de Edificación con código 236; teniendo como resultado la cantidad de 33 microempresas.

Para definir la muestra se utilizó la ecuación estadística para proporciones poblacionales:

$$n = \frac{z^2(p \cdot q)}{e^2 + \frac{z^2(p \cdot q)}{N}}$$

n= Tamaño de la muestra  
Z= Nivel de confianza deseado  
p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)  
q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)  
e= Nivel de error dispuesto a cometer  
N= Tamaño de la población

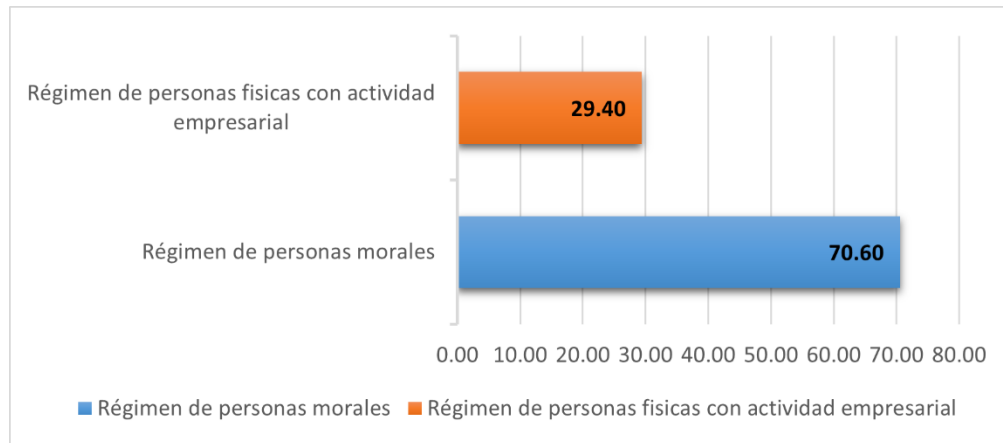
Donde:

N=33  
z=90%  
e=10%  
n=23

Sin embargo, debido a la emergencia sanitaria derivada de la pandemia por el COVID-19 y dada la falta de recursos para el desarrollo de esta investigación únicamente se aplicó el instrumento de investigación a 17 microempresas seleccionadas de manera aleatoria lo cual representa el 51% del total del universo por lo que se consideran los resultados como representativos.

### Resultados

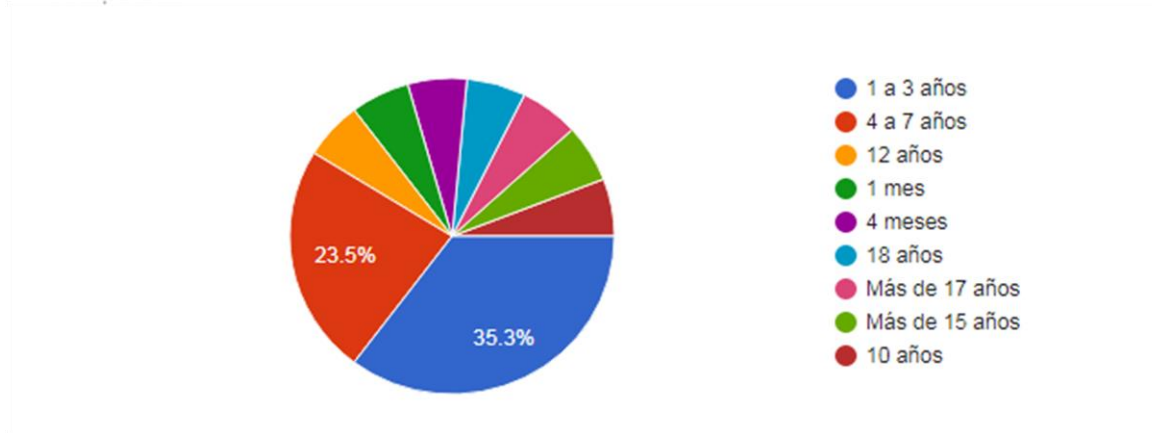
A continuación, se presenta un análisis mediante estadística descriptiva de los resultados obtenidos a través del instrumento de investigación aplicado a las Mypes con actividad de construcción:



Gráfica 1. Régimen de tributación de las constructoras. Elaboración propia.

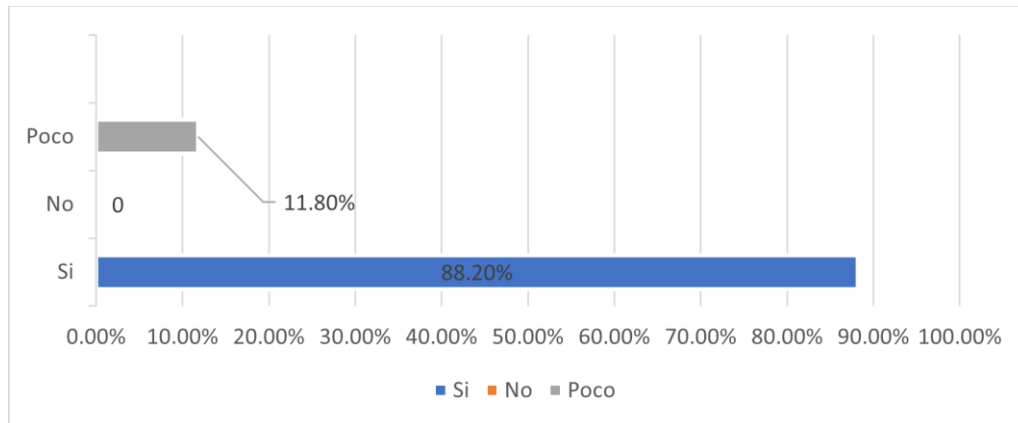
Se puede observar en la Gráfica 1 los tipos de regímenes fiscales donde se encuentran las constructoras que fueron encuestadas la cual obtuvo mayor resultado fue el régimen de personas morales con un 71% quedando con minoría el de personas físicas con actividad empresarial con un 29%.

Gráfica 2. Tiempo de actividad de las constructoras. Fuente elaboración propia.



La Gráfica 2 presenta la antigüedad de las empresas que lleva laborando en el área de la construcción siendo superior las de uno a tres años con un 35.3 % siguiéndole las que han perdurado de cuatro a siete años con un 23.5% y en tercer lugar las de más de ocho años.

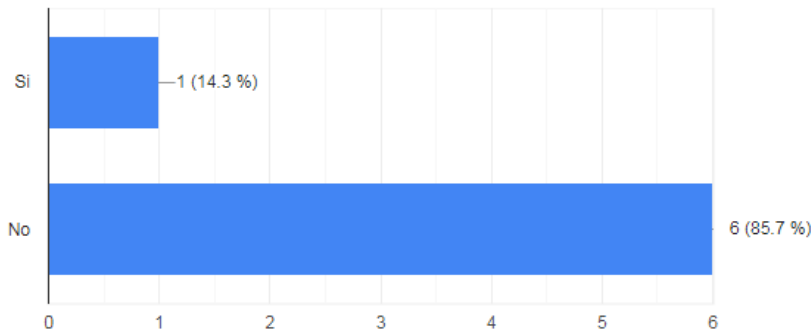
Analizando este punto se encuentra que la mayoría de las empresas son nuevas por lo tanto quizá la información con la que cuentan de cómo se rigen y manejan fiscalmente es muy vaga o no cuentan con la experiencia necesaria para resolver los apuros o conflictos que se puedan presentar.



Gráfica 3. Conocimiento de sus obligaciones fiscales. Fuente elaboración propia.

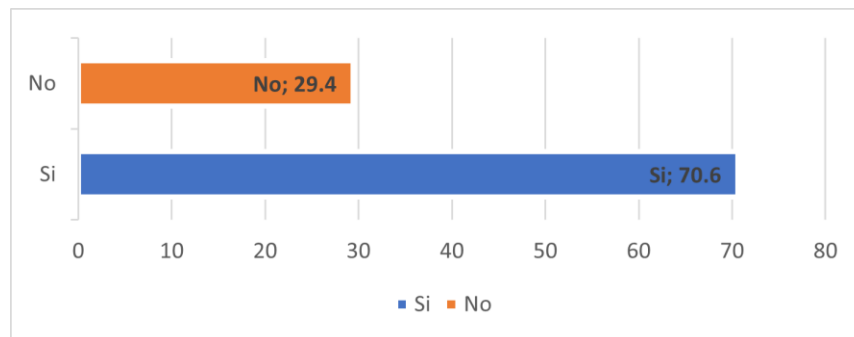
La Gráfica 3 nos muestra lo manifestado por las constructoras de la ciudad de Chetumal, las cuales señalan que conocen sus obligaciones fiscales, sin embargo a pesar de que la mayoría contestó que si las conocen con un 88% , también existen algunas que desconocen sus obligaciones como contribuyentes el 12% lo cual repercute en su opinión de cumplimiento con la autoridad atrayendo requerimientos, multas o algunas sanciones.





Gráfica 4. Conocimiento de los estímulos fiscales que pueden aplicar las empresas. Fuente elaboración propia.

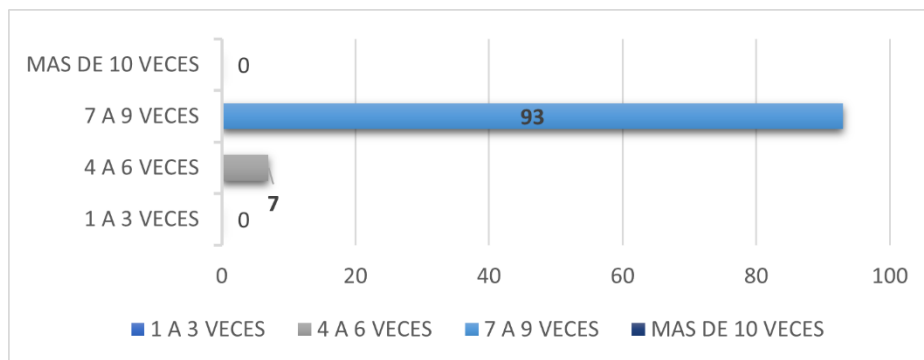
La Gráfica 4 revela que solo el 14.3% de las empresas sabe cuáles son los estímulos fiscales con los que cuentan por derecho y que pudieran usar para disminuir sus cargas tributarias, mientras que el 85.7 % lo desconoce totalmente. Con lo que se llega a la conclusión que debido a eso las constructoras son las más requeridas por el sistema de administración tributaria por no conocer de manera correcta sus derechos y obligaciones fiscales y a la hora de cumplir con ellas no lo realizan de la forma correcta.



Gráfica 5. Empresas requeridas por la autoridad. Fuente elaboración propia.

Como se observa en la Gráfica 5, el 71% de las empresas estudiadas han sido requeridas por la autoridad y muy pocas aún no han tenido que pasar por este proceso lo cual representa el 29%.

Se puede mencionar que las constructoras son de las empresas más inspeccionadas o vigiladas por la autoridad debido a sus altos ingresos percibidos, además de que tardan en cobrar hasta años algunas de sus obras y para poder financiar recurren a créditos por instituciones bancarias.



Gráfica 6. Número de veces requeridas por alguna autoridad. Fuente propia

Según la Grafica 6 las empresas analizadas han sido requeridas de cuatro a seis veces con una ponderación del 93 % y una mínima parte de siete a nueve veces por 7% en ningún caso se presentó que no haya sido requerido ninguna empresa. Este sector es vigilado por la autoridad debido a sus flujos de efectivo manejados son más proclives a la corrupción.

### **Conclusiones**

Al finalizar la investigación llegamos a la conclusión que es necesario que dichas empresas comiencen a diseñar estrategias que les ayuden a ser competitivas en el mercado, pues toda organización que desee lograr una consolidación necesariamente debe trazar planes, metas y objetivos que efectivamente materialicen dicho escenario.

Para poder diseñar una buena planeación fiscal estratégica deben conocer, aminorar y diferir las cargas fiscales, aprovechando los beneficios explícitos e implícitos que conceden las leyes de la materia.

De las diecisiete constructoras se obtuvo como resultados que menos de la cuarta parte sabe qué tipo de estímulo fiscal puede aplicar por su actividad y además de que ninguna constructora supo responder qué tipo de estrategia fiscal aplica para su empresa para disminuir las cargas tributarias.

A causa de no usar alguna estrategia fiscal para su empresa suelen ser por eso las más requeridas y auditadas por el sistema de administración tributaria además de pagar más de diez mil pesos de impuestos y de diecisiete mil pesos en cuotas obreras patronales.

Es recomendable que dichas empresas tomen cursos o se asesoren para obtener información acerca de cómo planificar la situación fiscal de sus actividades o de su control interno ya que es fundamental para que las empresas estén al día y puedan aprovechar cuando haya exenciones fiscales, deducciones, liberaciones en impuestos que llegue a otorgar la misma autoridad.

Es importante conocer los aplicativos que se utilizan para agilizar los trámites de registro de las obras y afiliación los trabajadores que proporciona el Instituto Mexicano del Seguro Social el cual es indispensable para poder llevar a cabo las actividades de construcción y demás actividades que generan empleos en el país además de que los trabajadores deben conocer su derecho a obtener seguridad social al estar laborando en este tipo de trabajo tan riesgoso para así asegurar que en dado caso de un accidente se encuentre bajo protección de esta institución.

Los sistemas de información permiten identificar, recoger, procesar y divulgar datos relativos a los hechos o actividades internas y externas, y funcionan muchas veces como herramientas de supervisión a través de rutinas previstas a tal efecto; no obstante, resulta importante mantener un esquema de información acorde con las necesidades institucionales que, en un contexto de cambios constantes, evolucionan rápidamente.

Por lo tanto, deben adaptarse, distinguiendo entre indicadores de alerta y reportes cotidianos en apoyo de las iniciativas y actividades estratégicas, a través de la evolución desde sistemas exclusivamente financieros a otros integrados con las operaciones para un mejor seguimiento y control de estas.

Ya que el sistema de información influye sobre la capacidad de la dirección para tomar decisiones de gestión y control, la calidad de aquél resulta de gran trascendencia y se refiere entre otros a los aspectos de contenido, oportunidad, actualidad, exactitud y accesibilidad. La comunicación es inherente a los sistemas de información.

Las personas deben conocer a tiempo las cuestiones relativas a sus responsabilidades de gestión y control. Cada función ha de especificarse con claridad, entendiendo en ello los aspectos relativos a la responsabilidad de los individuos dentro del sistema de control interno.

### **Referencias bibliográficas**

Aguirre, Octavio. (1981). Planeación corporativa para la empresa mexicana. Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad del Valle de México.

Angulo, Eleazar. (2011). Política fiscal y estrategia como factor de desarrollo de la mediana empresa comercial sinaloense. Estudio de caso. EUMED. obtenido de [https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/objetivo\\_importancia\\_estrategia.html](https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/eal/objetivo_importancia_estrategia.html)

*Hurtado Palmiro, Estela. (2019). El control interno y la importancia de su aplicación en las compañías. 2021, de Observatorio de la economía latinoamericana Sitio web: <https://www.eumed.net/rev/oe/2019/08/control-interno-companias.html>*

Leonard, William. (2001). Evaluación de métodos y Eficiencia administrativa. México. Editorial Diana.

Mantilla Blanco, Samuel (2013). Auditoria del control interno. ECOE ediciones. Tercera edición. Colombia

Ronda Pupo, Guillermo Armando. (2002) .Estrategia. Que es, origen, definición según autores, tipos. Gestipolis. Obtenido <https://www.gestipolis.com/un-concepto-de-estrategia/>

*Santillana, Juan Ramon. (2015). Sistemas de control interno. Puebla: Pearson.*

## La Industria 4.0 y su Aplicación en Procesos Administrativos

Ing. Adrian Alejandro Vázquez Zambrano<sup>1</sup>, Mtro. Rommel Bailleres Morales<sup>2</sup>,  
Mtro. Ricardo Gutiérrez Feria<sup>3</sup>, Mtra. Angelina Arroyo Silva<sup>4</sup>, Mtra. Enriqueta Hernández Ibáñez<sup>5</sup>

**Resumen**— Los avances tecnológicos, así como sus usos en la sociedad son el resultado de un desarrollo mental, con ello surge un incremento en las necesidades en el ser humano, buscando una solución satisfactoria a las penurias que se han presentado a lo largo de nuestra historia como seres pensantes, en la que aflora la automatización y con ello la necesidad de una mejora continua, definiéndose como “la optimización de los recursos”, lo cual consiste en determinar los recursos existentes en las organizaciones e industria y de manera administrativa vislumbrar cuál es su objetivo y acertar en su cumplimiento, preocupándose por los rasgos exteriores e interiores de la organización pesquiendo la integración de estrategias, y herramientas que den la pauta a la integración de los factores funcional, cultural, tecnológicos y económicos.

**Palabras clave**— Optimización, Mejora continua, Recursos, Industria 4.0, Servicios Web.

### Introducción

En años recientes hemos sido testigos del crecimiento de las tecnologías de la información como una herramienta indispensable para agilizar y facilitar la realización de procesos tanto productivos como administrativos. Sin embargo, con la llegada de la pandemia en el año 2020 por el virus del SARS COV-2, que inicia en la provincia de Hubei, China. Expertos afirman que el virus proviene del mercado Huanan, en donde se producía la venta y consumo de animales salvajes, pescados y mariscos. El virus del Covid-19 (SARS COV-2), fue transmitido al humano por el murciélago (*Rhinolopus ferrumequinum*).

Fue necesario la creación de sistemas basados en servicios web, ya que es uno de los pilares que conforman a la industria 4.0, y que permitiesen la administración y manejo de información como es para el caso del centro de lenguas (CLE) del Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón (ITAO), el cual carece de un sistema modular que se integre a los ya existentes sistemas desarrollados en el ITAO, el cual resultara ser de gran utilidad en los procesos económicos administrativos del Departamento de Gestión Tecnológica y Vinculación como son: la emisión de constancias de acreditación de los niveles de ingles ofertados por el CLE, el tratamiento de datos como calificaciones parciales por módulos, así como los facilitadores coadyuvando en el registro de los y las estudiantes, y la emisión de archivos que sean el sustento de los procesos anteriormente mencionados, los cuales van ligados directamente al seguimiento de indicadores del ITAO el cual debe estar sujeto a la entrega de evidencia que corrobore el cumplimiento de las metas establecidas en el Plan de Trabajo Anual (PTA), para cada una de las partes que lo componen (Dirección, Subdirecciones, Departamentos y Coordinaciones).

Por lo cual la gestión de datos y la usanza de algunos de los pilares que conforman a la industria 4.0, se considera como una práctica profesional la cual consiste en construir y mantener un sistema basado en la web para el almacenamiento, extracción y archivado de los datos esenciales de una empresa u organización moderna, al ser accesible prácticamente desde cualquier dispositivo conectado a internet y que cuente con un navegador web.

Cabe mencionar y con la importancia de mencionar, esta práctica está relacionada con el ciclo de vida completo de un activo de información desde su punto de creación original hasta su ultimo uso, teniendo siempre un respaldo confiable y de fácil acceso para el personal que labore en esta área.

<sup>1</sup> El Ing. Adrian Alejandro Vázquez Zambrano es Profesor de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en el Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Tecnológico Nacional de México, Ciudad de México. [adrian.vz@aobregon.tecnm.mx](mailto:adrian.vz@aobregon.tecnm.mx)

<sup>2</sup> El Mtro. Rommel Bailleres Morales es el Subdirector Académico del Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Álvaro Obregón, Tecnológico Nacional de México. [rommel.bm@aobregon.tecnm.mx](mailto:rommel.bm@aobregon.tecnm.mx)

<sup>3</sup> El Mtro. Ricardo Gutiérrez Feria es el Subdirector de Planeación y Vinculación del Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Álvaro Obregón, Tecnológico Nacional de México. [ricardo.gf@aobregon.tecnm.mx](mailto:ricardo.gf@aobregon.tecnm.mx)

<sup>4</sup> La Mtra. Angelina Arroyo Silva es la Directora del Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Álvaro Obregón, Tecnológico Nacional de México. [angelina.as@aobregon.tecnm.mx](mailto:angelina.as@aobregon.tecnm.mx)

<sup>5</sup> La Mtra. Enriqueta Hernández Ibáñez es la Subdirectora de Servicios Administrativos del Instituto Tecnológico de Álvaro Obregón, Álvaro Obregón, Tecnológico Nacional de México. [enriqueta.hi@aobregon.tecnm.mx](mailto:enriqueta.hi@aobregon.tecnm.mx)



## Descripción del Método

El presente artículo se centra en la implementación de un sistema basado en servicios web, teniendo un rápido acceso y uso, por su gran importancia que representa en el sector económico, por su efecto multiplicador gracias a su gran potencial generador de empleos y tecnologías que derivan de sí misma, beneficiando así a la población como es el caso de México como lo muestra su actual gobierno “Hoy, el Internet de alta velocidad se ha expandido hasta alcanzar al 80% de la población en las economías avanzadas y las ventas de teléfonos inteligentes han superado a las de los de teléfonos móviles convencionales. Ello ha dado lugar a una era de computación móvil que ha impulsado la banca en línea, el comercio electrónico y las plataformas digitales para servicios como el transporte compartido o el alquiler de viviendas.

Un Internet abierto y accesible contribuye a generar beneficios económicos de varios miles de millones de dólares al año.” (Gobierno de México, 2022).

Sin embargo, es de carácter necesario mencionar la definición de los sistemas de información como él (INCAP, 2021). “Que define a los sistemas de información como un conjunto de elementos que interactúan entre sí con un fin común; que permite que la información esté disponible para satisfacer las necesidades en una organización, un sistema de información no siempre requiere contar con recurso computacional, aunque la disposición del mismo facilita el manejo e interpretación de la información por los usuarios”, o bien Andreu, Ricart y Valor (1991) quienes lo definen como el “conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo a las necesidades de la empresa, recopila, elabora y distribuyen selectivamente la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia”.

Así mismo podemos vislumbrar la definición de Davis (como se citó en Silva, 2009) “Todo sistema de información, es considerado como un sistema que se relaciona entre la máquina y el hombre los cuales proveen de datos e informaciones para contribuir a sus funciones de operación, administración y también sobre la toma de decisiones en cierta empresa”. Y que en complemento de Senn (como se citó en Torreblanca, 2015) “Un sistema de información es aquella base a una computadora PC, encargado de procesar datos, de tal forma que puedan ser empleados por la persona que recibe los datos a fin de realizar la de toma de decisiones. Es considerado como aquel medio creado con la finalidad de brindar información pasada, presente y futura, es decir proyectarse; las cuales deben ser en relación con diversas operaciones internas y aprendizajes externos que se den en la organización”.

Con la finalidad de observar que en conjunto se llega al mismo principio que define como sistema de información de manera general según Economipedia, 2020 “Un sistema de información tiene como principal objetivo la gestión, y administración de los datos e información que lo componen. Lo importante es poder recuperar siempre esos datos, y que además se tenga un fácil acceso a ellos con total seguridad.”

Por lo antes mencionado el desarrollo de sistemas basados en la web juegan un papel importante siendo una garantía de éxito con su correcto uso en empresas u organizaciones modernas reduciendo tiempos, costo y una alta disponibilidad de los recursos.

Por lo cual se diseñó la estructura principal para el sistema basado en la web y con ello se realizaron las actividades que permitieron su desarrollo, como fue: la creación de la página de inicio: Esta página de inicio da la bienvenida al usuario presentando el nombre del sistema al cual están por acceder, así mismo cuenta con un botón el cual permitirá la gestión en el acceso a los usuarios.



Figura 1 log-in del sistema, Vazquez, A., Ramirez, B., Silva, L., Servin, V. 2022 sistema de información del CLE

Derivado de presentar una buena experiencia al usuario basado a la web según, Morville (2004) se propone el análisis de la Experiencia del Usuario es base a siete facetas o propiedades que debe cumplir un sitio web: Útil, Usable, Deseable, Encontrable, Accesible, Creíble y Valioso. En este mismo contexto Mahlke (2002) identificaba cuatro propiedades del producto web - utilidad, facilidad de uso, calidad de hedónico y atractivo visual como factores percibidos por el usuario y que influirán con distinto peso en la intención de uso del producto. Por lo cual fue realizada la interfaz con la finalidad de darle una usabilidad deseable, encontrable, accesible, creíble y valiosa, dicho lo anterior fue necesario crear secciones a través de módulos y se realizó la interfaz de estos dándole un buen diseño y proporcionando funcionalidad en cada uno de ellos para ser visualizados desde prácticamente cualquier dispositivo que se pueda conectar a internet y que cuente con un navegador web.

Con la finalidad de darle una fiabilidad de que fue elaborado se tomó como referencia la normativa IEEE 829 considerando lo pertinente y mas ajustable a el sistema como fue el plan de pruebas, necesario para visualizar una correcta integración de los elementos funcionales y no funcionales, su alcance, que tiene como propósito la evaluación con la finalidad de encontrar errores pudiendo demostrar de manera cuantificable los resultados demostrando, que el sistema cumple con los requerimientos establecidos por el usuario en este caso el CLE, el enfoque ya que se realizan pruebas con la finalidad de validar y verificar el funcionamiento del Sistema de Información, así como los recursos y los requisitos que deben ser considerados en el esfuerzo de cada una de las pruebas, identifica los recursos humanos y no humanos (hardware, software, herramientas de soporte, configuración de entorno de pruebas, entre otros, partiendo del principio de todo propósito de la evaluación el cual es organizar las actividades necesarias para encontrar errores y defectos; es necesario asegurar la calidad del producto. Con ello se verifica el cumplimiento de las especificaciones de diseño, los requisitos del análisis, y a su vez se esperan encontrar los problemas y determinar los riesgos percibidos del sistema.

### *Conclusiones.*

La utilización de la ingeniería de software como un mecanismo de aplicación y evaluación de la eficiencia y calidad operacional de un sistema web, es visto como una definición de criterios de operación bajo condiciones y límites prestablecidos por el sistema y por las características externas del medio externo.

Después de realizar el análisis con el manejo de la información para el Cliente (Estudiantes y personal administrativo) se puede observar que el objetivo de registrar la información se cumple, ésta constituye una forma segura y efectiva de administrarla, de tal manera se puede considerar necesario el desarrollo de una aplicación que apoye los procesos de registro de los Clientes considerando el tamaño y volumen de acciones de mejora en el proceso. Para este propósito, fue de gran ayuda la planificación del proyecto en la cual fueron tomados en cuenta todos los puntos descritos por las áreas.

La implementación del sistema propuesto, incrementar la seguridad de la información relativa a los usuarios ya que la información se manejará de manera mecanizada, controlada y revisada, de tal forma se pueda reducir el riesgo de pérdida de registros y/o la manipulación de estos por parte de los usuarios del sistema.

Se llevará un control de acceso bajo accesos limitados según su nivel de usuario.

La Inversión se ha conformado tomando en cuenta ingresos probables y bajo este análisis se puede observar el retorno de la inversión en un tiempo considerable más los beneficios monetarios esperados.

### **Referencias**

Andreu, R., Ricart J. E. Y Valor, J. (1991): Estrategia y Sistemas de Información. Mc Graw-Hill, Madrid

Economía, S. (s/f). La transformación del mundo con el acceso a Internet y a la economía digital. gob.mx. Recuperado el 20 de mayo de 2022, de <https://www.gob.mx/se/articulos/la-transformacion-del-mundo-con-el-acceso-a-internet-y-a-la-economia-digital>

INCAP. (2021). Sistema de información. Obtenido de [http://www.incap.int/sisvan/index.php/es/acerca-de-san/conceptos/797-sin\\_categoria/501-sistema-de-informacion](http://www.incap.int/sisvan/index.php/es/acerca-de-san/conceptos/797-sin_categoria/501-sistema-de-informacion)

Mahlke, S. (2002). Factors influencing the experience of website usage. Conference on Human Factors in Computing Systems archive. CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems. Minneapolis, Minnesota, USA, pp. 846 – 847.

Morville, P. (2004). User Experience Design. SemanticStudios, 21 de Junio de 2004. Disponible en: <http://semanticstudios.com/publications/semantics/000029.php>

Silva Fernandez, R. (2009). Sistema de Informacion. Recuperado de <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:328sZScgCjwJ:https://kellysabelmollada.files.wordpress.com/2014/01/sistema-informacion.doc+&cd=2&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>

Torreblanca Sanchez, J. I. (25 de Noviembre de 2015). "Fundamentos de Gestión de Servicios de TI". Recuperado de <http://ignacio-torreblanca.blogspot.com/2015/>

# Discriminante Lineal de Fisher para la Predicción del Riesgo de Cáncer de Mama

Ing. Cristian Velázquez Arroyo<sup>1</sup>, Ing. Laura Dennise Lopez Cervantes<sup>1</sup>, Dr. Israel Gutiérrez González<sup>1</sup>

Universidad Autónoma del Estado de México,  
Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl, México

**Resumen.** El cáncer, a día de hoy, es una de las principales causas de muerte en todo el mundo. El tipo de cáncer que más comúnmente afecta a las mujeres es el cáncer de mama. El cáncer de mama se desarrolla en la zona de las glándulas mamarias, afecta a mujeres (aunque también hombres) de cualquier edad, pero es principalmente más potencialmente mortal en mujeres de edad avanzada. Con fundamento en este problema, se trabajó con una base de datos de la universidad de Wisconsin utilizando el método discriminante lineal de Fisher, pretendiendo así, predecir el riesgo de que una mujer tenga cáncer de mama.

Palabras clave: Cáncer de mama

**Abstract.** Cancer is one of the leading causes of death worldwide. The type of cancer that most commonly affects women is breast cancer. Breast cancer develops in the area of the mammary glands, affects women (but also men) of any age, but is mainly more life-threatening in older women. Based on this problem, we worked with a database from the University of Wisconsin using Fisher's linear discriminant method to predict the risk of a woman having breast cancer.

**Keywords:** breast cancer

## 1. Introducción

Cuando hablamos de enfermedades potencialmente mortales que acechan a la población femenina el cáncer de mama es fácilmente uno de los principales tópicos a tratar. Este padecimiento es uno de los más frecuentes a nivel mundial, con más de 2.2 millones de casos en 2020, es también la razón de muerte más común por cáncer en mujeres, teniendo una cifra de 685 000 mujeres fallecidas el mismo año, según datos de la Organización mundial de la salud para el año del 2021 ocasionando que sea el foco de atención de diversas campañas de prevención e identificación por diversos organismos de salud.

El cáncer de mama es una enfermedad que se desarrolla en los senos, dentro de ellos, en ocasiones hay células dañadas que se reproducen sin control alguno, generando así, una acumulación que se manifiesta como bultos. Aunque puede presentarse en cualquier etapa, incluso antes o durante de la pubertad, las probabilidades de tenerla aumentan proporcionalmente conforme se avanza a una edad adulta, sumando también varios factores que pueden aumentar el riesgo como lo son los antecedentes familiares, obesidad, el historial reproductivo, entre otros.

---

Si el cáncer es detectado a etapa temprana, las posibilidades de que el tratamiento sea exitoso son elevadas, sin embargo, si se detecta muy tarde las posibilidades de ofrecer un tratamiento curativo son casi nulas. Según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en los países de América latina y el Caribe los casos de diagnóstico tardío de cáncer de mamá son bastante frecuentes, por ello para buscar reducir los casos de identificación tardía de esta enfermedad se planteó trabajar con una base de datos que nos permite identificar y dirigirse a las mujeres con alto riesgo de padecerlo utilizando el método de discriminante lineal de Fisher.

## 2. Trabajos relacionados

Son muchos los documentos que se pueden encontrar relacionados al cáncer de mama y la prevención de este. Al ser un problema de salud pública, los organismos de salud nacionales e internacionales emiten diferentes tipos de publicaciones en pro de prevenir el desarrollo de esta peligrosa afección.

<sup>1</sup> Centro Universitario UAEM "Nezahualcóyotl" de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Asimismo, también existen grandes bases de datos que buscan recopilar la mayor cantidad de información acerca del cáncer de mama como sea posible, la compilación de estos datos ayuda a investigaciones presentes y futuras a crear mecanismos que faciliten o mejoren la capacidad de detectar y combatir este cáncer.

Similar al objetivo de este proyecto, podemos encontrar un par de buenas referencias.}

Primeramente, en septiembre de 2018 Vincent Lugat, muestra su “*Breast Cancer Analysis and Prediction*” que, de manera similar a los que se busca presentar en este programa, usa datos de la Universidad de Wisconsin para emitir un análisis acerca del cáncer de mama y sus posibles características.

De la misma manera, un grupo de investigadores de diversas universidades (especificadas en el documento), presentaron “*Machine Learning Algorithms For Breast Cancer Prediction And Diagnosis*” en el cual nos explican cómo las maquinas han facilitado la predicción y diagnóstico del cáncer de mama.

### 3. Materiales y métodos

Para este estudio, se realizó un análisis de la base de datos obtenida del sitio web “UCI Machine Learning Repository” llamada “Breast Cancer Wisconsin (Diagnostic) Data Set”, creada por el Dr. William H. Wolberg, W. Nick Street y Olvi L. de la Universidad de Wisconsin

Los datos contienen 559 instancias, que corresponde al número total de datos y en el cual contiene 32 atributos (ID, diagnosis, 30 características de entrada de valor real) teniendo el atributo diagnosis 2 clases, benignos y malignos

Se calculan diez características de valor real para cada núcleo celular:

- a. radio (media de las distancias del centro a los puntos del perímetro)
- b. textura (desviación estándar de los valores de la escala de grises)
- c. perímetro
- d. área
- e. suavidad (variación local en longitudes de radio)
- f. compacidad ( $\text{perímetro}^2 / \text{área} - 1.0$ )
- g. concavidad (severidad de las porciones cóncavas del contorno)
- h. puntos cóncavos (número de porciones cóncavas del contorno)
- i. simetría
- j. dimensión fractal ('aproximación a la línea de costa' - 1)

Estas características son calculadas en función de una imagen digitalizada de una aspiración con aguja fina (FNA por sus siglas en ingles) de una masa mamaria y describiendo también, las características de los núcleos celulares presentes en la imagen.

### 4. Desarrollo

En el trabajo se realizó un procesamiento de datos implementando el algoritmo del Discriminante lineal de Fisher o “Linear Discriminant Analysis” (LDA) utilizado para encontrar una combinación lineal de rasgos que caracterizan o separan dos o más clases de eventos, obteniendo así la combinación resultante que puede ser utilizada como un clasificador lineal, o, generalmente, para la reducción de dimensiones antes de la posterior clasificación. Al tener esto se utilizó del lenguaje programación “Python” el cual su uso fue principalmente para la aplicación del LDA.

En cuanto a la interfaz gráfica también conocido como “GUI” (en ingles graphical user interface) fue realizada utilizando el Lengua de Marcado de Hipertexto (HTML) ayudando a estructurar las secciones de la interfaz mediante a las etiquetas y atributos propios del código, teniendo realizada la estructura se hizo uso de las hojas de estilo en cascada (CSS) para el color y diseño de la interfaz, con la ayuda de la biblioteca de herramientas llamada “Bootstrap” facilitando con este la construcción de los elementos utilizados en el HTML, CSS y JavaScript (JS), este último es un lenguaje de programación encargado de darle mayor interactividad a la interfaz.

```
1 let res;
2 //funcion que permite la conexión entre python y js utilizando la libreria eel
3 document.getElementById('ok').addEventListener('click', function v() {
4 //Se manda a llamar la funcion A() del archivo Main.py el cual es el algoritmo completo
5 eel.A(document.getElementById('input').value);
6 });
7
8 //Eel expose esta esperando una respuesta de una funcion de python es esta caso regresa la prediccion la cual se visualizara en una ventana emergente de/sweetalert
9 eel.expose(showAnswers);
10 function showAnswers(answer) {
11 res = answer;
12 document.getElementById('input').innerHTML = '';
13 Swal.fire(res);
14 }
15 //Son los ejemplos puestos en botones para la demostracion del algoritmo
16 function ej1(){
17 document.getElementById('input').innerHTML = "11.76,21.6,74.72,427.9,0.08637,0.04966,0.01657,0.01115,0.1495,0.05888,0.4062,1.21,2.635,28.47,0.005857,0.009758,0.01168";
18 }
19 function ej2(){
20 document.getElementById('input').innerHTML = "19.69, 21.25, 130.0, 1203.0, 0.1096, 0.1599, 0.1974, 0.1279, 0.2069, 0.05999, 0.7456, 0.7869, 4.585, 94.03, 0.00615, 0.004571, 23.57, 25.53, 152.5, 1709.0, 0.1444, 0.4243, 0.4504, 0.243, 0.3613, 0.08758";
21 }
22 function ej3(){
23 document.getElementById('input').innerHTML = "16.13,20.68,108.1,798.8,0.117,0.2022,0.1722,0.1028,0.2164,0.07356,0.5692,1.073,3.854,54.18,0.007026,0.02501,0.03188,0.009758,0.01168";
24 }
25 //Muestra en pantalla con ventana emergente un/sweetalert con informacion general de la base de datos
26 function Ayuda(){
27 Swal.fire({
28 title: 'Información del data set Wisconsin Diagnostic Breast Cancer (WDBC)',
29 text: 'Número de instancias: 569\nNúmero de atributos: 32 (ID, diagnóstico, 30 características de entrada de valor real)\n',
30 icon: 'info'
31 })
32 }
```

Para finalizar, se utilizó la librería EEL la cual es una biblioteca de Python para crear aplicaciones sencillas de GUI HTML / JS sin conexión, con acceso completo a las capacidades y bibliotecas de Python. (Rustagi, s. f.)

### 5. Resultados

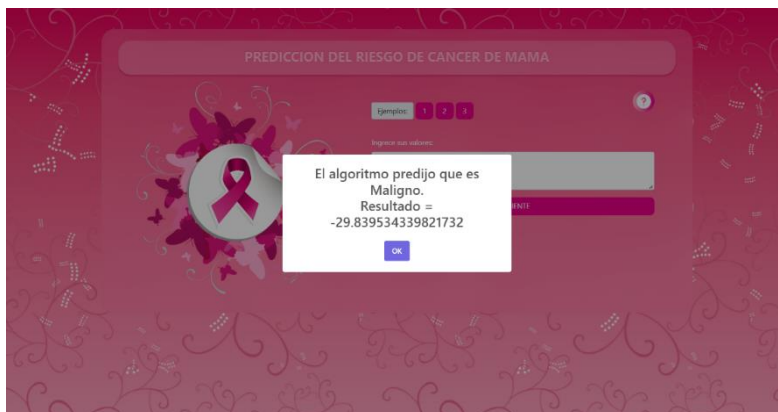
1. Se colocaron botones con el objetivo de facilitar la visualización de al menos 3 situaciones distinta al seleccionar alguno de ellos.
2. Aquí se visualiza los datos ingresados



3. Al seleccionar el botón “Siguiente” se mostrará un recuadro con los resultados, dando a conocer si el cáncer es Maligno o Benigno



#### 4. El botón mostrara información general de la base de datos



#### 6. Conclusiones y trabajo a futuro

El presente trabajo se aplicó el método discriminante lineal para el análisis de datos obtenidos de la página UCI Machine Learning Repository y realizada en la Universidad de Wisconsin. Mediante el método se obtuvieron los resultados deseados, prediciendo así, si el cáncer es Maligno o Benigno, teniendo 357 casos Benignos y 212 casos Malignos sumando así las 569 instancias o número total de datos.

Una extensión del presente trabajo sería aplicar el mismo método de Fisher, sobre una base de datos Nacional para obtener análisis locales que nos permitan hacer recomendaciones más específicas dentro de nuestro grupo de interés.

#### Referencias

- [1] Lugat, V. (2019, 28 enero). *Breast Cancer Analysis and Prediction*. Kaggle. <https://www.kaggle.com/code/vincentlugat/breast-cancer-analysis-and-prediction/notebook>
- [2] Lugat, V. (2021, 8 septiembre). *Machine Learning Algorithms For Breast Cancer Prediction And Diagnosis*. Science Direct. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050921014629>
- [3] OPS/OMS, Organización Panamericana de la Salud. (s. f.). *Cáncer de mama*. Recuperado 1 de mayo de 2022, de <https://www.paho.org/es/temas/cancer-mama>
- [4] Organización mundial de la salud. (2021, 26 marzo). *Cáncer de mama*. Recuperado 1 de mayo de 2022, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>
- [5] Rustagi, D. (s. f.). *Cree una interfaz de usuario HTML usando Eel en Python – Acervo Lima*. Acervo Lima. <https://es.acervolima.com/cree-una-interfaz-de-usuario-html-usando-eel-en-python/>
- [6] University of Wisconsin. (1995, noviembre). *UCI Machine Learning Repository: Breast Cancer Wisconsin (Diagnostic) Data Set*. UCI Machine Learning Repository. [https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/breast+cancer+wisconsin+\(diagnostic\)](https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/breast+cancer+wisconsin+(diagnostic))

## Pantalla de Estimulación Sensora-Motora

Dr. José Luis Viramontes Reyna<sup>1</sup>, José Alfredo Zavalija Rosas TSU<sup>2</sup>,  
Ing. Miguel Angel Tapia López<sup>3</sup> MI Erasmo Velazquez Leyva<sup>4</sup> y MGIM Jorge Luis Vega Milán<sup>5</sup>

**Resumen**—El desarrollo de un prototipo que se enfoca a la ayuda de la rehabilitación de extremidades motoras para personas con problemas de esta naturaleza es necesaria, ya que actualmente, aunque se cuenta con sistemas muy similares a nivel comercial, el costo económico es el problema principal para tener acceso a este tipo de equipo. La “Pantalla de Estimulación Sensora - Motora.” Que actualmente se encuentra en prototipo, va encaminada a cubrir esas necesidades, donde por cuestiones económicas, no es posible que la mayoría de la población con estos tipos de problemas motoras pueda tener acceso, para ello se utiliza la programación en microcontroladores de costo económico, así también la utilización de software LedEdit 2014, el cual es un programa gratuito que permite configurar al controlador T-1000 de pixel LED RGB para tarjetas SD para generar imágenes que el usuario seguirá su contorno, se considera también para el proyecto un control remoto para cambiar las imágenes en la pantalla.

**Palabras clave**—Microcontrolador, Estimulación motora, programación C++, Pantalla de estimulación, Controlador para pixeles.

### Introducción

El desarrollo de la pantalla para la estimulación sensor – motora surge de la necesidad de instituciones médicas que requieren realizar el desarrollo integral de las personas que al sufrir de algún accidente que provocaron el impedimento físico de coordinar sus movimientos y requieren mejorar sus habilidades motoras para rehabilitarse; en el presente proyecto se busca implementar una pantalla de estimulación para apoyar a las personas con problemas motores, para mejorar en lo posible la calidad de vida del usuario. Las actividades diarias requieren de la coordinación, por eso es importante estimularla y mejorarla. Generalmente, la información que se suele emplear para corregir estos movimientos. Los ejercicios de rehabilitación con estimulación visual están para ayudar a los movimientos específicos que provocan plasticidad motora al paciente y por lo tanto ayuda a la recuperación y minimiza el déficit funcional. La rehabilitación de movimiento es dependiente de las extremidades, por lo tanto, las extremidades afectadas tienen que ser ejercitadas. La tercera parte de pacientes sobrevivientes después de una embolia no recuperan su habilidad de caminar independiente y de forma simétrica, así como del movimiento de sus brazos. “La terapia física y de rehabilitación es sumamente útil para tratar lesiones del aparato locomotor, ya sea desde un esguince simple de tobillo hasta grandes lesiones de cadera o rodilla, además de ser útil en el manejo de pacientes que han sido sometidos a intervenciones quirúrgicas traumatológicas (fracturas, roturas de ligamentos y reconstrucciones por traumatismos) y de ortopedia (cirugía de artroplastia total de cadera, rodilla y hombro, cirugía descompresiva de la columna, correcciones de malformaciones de las extremidades inferiores y superiores, cirugía tumoral ósea y de partes blandas, entre otros procedimientos), así como también, lesiones deportivas traumáticas”. Además, la rehabilitación física se utiliza en pacientes neuroquirúrgicos, con secuelas de accidente vascular encefálico y en personas sometidas a cirugía neurológica, entre otros. El proyecto se enfoca por lo tanto a ser un instrumento para ejercitar por medio de la relación imagen-movimiento el fortalecimiento y mejora de la coordinación de personas con deficiencias en esa índole, utilizando herramientas tecnológicas tanto de hardware como de software de bajo costo, el cual permite ser relativamente accesible a la población al estar formado por una pantalla que soporte el peso de una persona para que ejercite el movimiento sobre la pantalla.

### Descripción del Método

El objetivo principal del prototipo es el de la rehabilitación de las extremidades superiores e inferiores, enfocándose principalmente en activar y mejorar los mecanismos motores y postura necesarios para estas funciones humanas. El sistema está diseñado para su funcionamiento con alimentación de 5 VCD, también se desarrollará un

<sup>1</sup> El Dr. José Luis Viramontes Reyna es Profesora en la Universidad Tecnológica San Luis Potosí, San Luis Potosí S.L.P, México [jviramontes@utslp.edu.mx](mailto:jviramontes@utslp.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> José Alfredo Zavalija Rosas TSU es egresado de la Universidad Tecnológica de San Luis Potosí de la carrera de TSU en Mecatrónica área Automatización, San Luis Potosí S.L.P. [alfredozavalija@gmail.com](mailto:alfredozavalija@gmail.com)

<sup>3</sup> El Ing. Miguel Angel Tapia López es Gerente General de la Empresa CEMAT S.A de C.V San Luis Potosí S.L.P. México [cemtapia@yahoo.com](mailto:cemtapia@yahoo.com)

<sup>4</sup> El MI Erasmo Velazquez Leyva es Profesor en la Universidad Tecnológica de San Luis Potosí. San Luis Potosí S.L.P. México [evelazquez@utslp.edu.mx](mailto:evelazquez@utslp.edu.mx)

<sup>5</sup> El MGIM Jorge Luis Vega Milán es profesor de la Universidad Tecnológica de San Luis Potosí [jvega@utslp.edu.mx](mailto:jvega@utslp.edu.mx)

nuevo equipo para la pantalla de estimulación, este prototipo consiste en la visualización de imágenes. Las cuales se consideran:

- Líneas paralelas
- Líneas horizontales
- Media luna hacia arriba
- Media luna hacia abajo
- Circulo
- Cuadrado
- Números

A nivel preventivo, el ejercicio terapéutico es una herramienta muy importante, de gran utilidad para la prevención de lesiones en todos los ámbitos, adquiriendo gran importancia en el contorno laboral y deportivo.

Es muy conocido el papel del fisioterapeuta deportivo en la recuperación de lesiones y quizá se habla menos de su trabajo en lo que respecta a la prevención, donde este tipo de ejercicio es una de las principales técnicas utilizadas.

En el ámbito laboral, el conocimiento de la biomecánica, de los gestos más utilizados en cada caso y la valoración de las circunstancias de cada persona pueden ser de gran utilidad para prevenir lesiones futuras. Es muy importante el empoderamiento del paciente en su proceso de rehabilitación a través del ejercicio activo, ya que reportará muchos beneficios en su recuperación. Además, de esta manera, se consigue que el proceso asistencial continúe más allá de la sesión que el paciente realiza en el centro de rehabilitación, enriqueciendo el tratamiento e integrándolo en su vida diaria. Por lo tanto, es vital incluir el ejercicio en la rutina diaria. Encontrar el mejor momento y saber que aportará numerosos beneficios, siempre respetando la pauta que marque el profesional para conseguir un buen resultado. Un programa de actividad física habitual debe formar parte del estilo de vida. Aunque los efectos no sean inmediatos, la constancia será un elemento clave para conseguir un resultado óptimo y prevenir (Asespeyo, 2021). El desarrollo del proyecto a cargo de la empresa C.E.M.A.T. es solicitado por un tercero, una institución para la que el desarrollo integral de las personas con rehabilitación pueda mejorar su habilidad y que desea implementar una pantalla de estimulación para apoyarlos en su completo y sano desarrollo. Casi todas las actividades de la vida diaria requieren de la coordinación motora, por eso es importante estimularla y mejorarla. Generalmente, la información que se suele emplear para corregir los movimientos. Los ejercicios de rehabilitación con estimulación visual son para ayudar en movimientos específicos que provocan plasticidad motora al paciente y por lo tanto ayuda a la recuperación y minimiza el déficit funcional. La rehabilitación de movimiento es dependiente de las extremidades, por lo tanto, las extremidades afectadas tienen que ser ejercitadas. La tercera parte de pacientes sobrevivientes después de una embolia no recuperan su habilidad de caminar independiente ni su manera típica de caminar simétrico. “La terapia física y de rehabilitación es sumamente útil para tratar lesiones del aparato locomotor, ya sea desde un esguince simple de tobillo hasta grandes lesiones de cadera o rodilla, además de ser útil en el manejo de pacientes que han sido sometidos a intervenciones quirúrgicas traumatológicas (fracturas, roturas de ligamentos y reconstrucciones por traumatismos, problemas en articulaciones superiores) y de ortopedia (cirugía de artroplastia total de cadera, rodilla y hombro, cirugía descompresora de la columna, correcciones de malformaciones de las extremidades inferiores, cirugía tumoral ósea y de partes blandas, entre otros procedimientos), así como también, lesiones deportivas traumáticas”. Además, la rehabilitación física se utiliza en pacientes neuroquirúrgicos, “Rehabilitación en neurocirugía” (Escardó & A., 06 Feb 2015). Así como con secuelas de accidente vascular encefálico y en personas sometidas a cirugía neurológica, entre otros (Aquafit Technologie, 2021). La parte del proyecto dedicada al ejercicio de relación imagen-movimiento debe ser desarrollada al cien por ciento, desde el ejercicio creativo hasta su desarrollo general con ayuda de software para desarrollo visual, ya que éste debe ser capaz de ser reproducido en una pantalla para su proyección.

### Desarrollo

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron diferentes elementos ya existentes en el mercado como lo son: El controlador para pixeles T1000S con memoria SD, el cual puede controlar hasta 2048 pixeles de led inteligentes, soporta los LED, WS2801, WS2811/12, LDP8806 o DMX (Shenzhen LED Inbriht Co., Ltd , 2021). El T-1000S SD card RGB es ideal para aplicaciones fuera de línea o que requieran de una a varias secuencias, es perfecto para proyectar gráficos para realizar paredes de pixeles para proyección de gráficos, imágenes o secuencias. La ventaja de este controlador con tarjeta para led de pixeles es que no requiere de una computadora para operar, ya que las secuencias o la forma en la que se desea que se iluminen los pixeles led se guardan directamente en la memoria SD y puede operar sin necesidad de una computadora. Otra de las ventajas del controlador T1000S es que se pueden conectar varios de estos controladores en serie para poder controlar un mayor número de luces. Este controlador se

ha convertido en uno de los preferidos para controlar luces de led para los operadores de juegos mecánicos ya que es muy accesible y permite conectarlo de una manera muy sencilla. (Figura 1)

Se utiliza un Microcontrolador de bajo costo, cuya característica del CI es el permitir grabar instrucciones, las cuales se describen con el lenguaje de programación que se puede utilizar en el entorno Arduino IDE (IDE, 2021). Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que se puede conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos. El tipo de periféricos que se utilizan para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida del uso. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.



Figura 1. Controlador de led pixel que se utilizara pala la elaboración de la pantalla

Los componentes utilizados en general fueron lo siguiente:

- Microcontrolador Arduino Mega
- Pantallas LED ws2812 (16x16) (WorldSemi, 2021)
- Controlador T1000s
- Relay 4 canales 5v
- Control remoto Arduino

El equipo se encarga de generar las figuras o secuencias que son requeridas para el proyecto y el cual se programa a partir de la aplicación (LedEdit 2014, 2021), que es un programa gratuito que le permite configurar el controlador T-1000S de pixel LED RGB para tarjetas SD. El programa detecta automáticamente el dispositivo conectado al ordenador y le permite configurar los proyectos, logra los efectos de vídeo que se desea, además de previsualizar y editar las grabaciones.

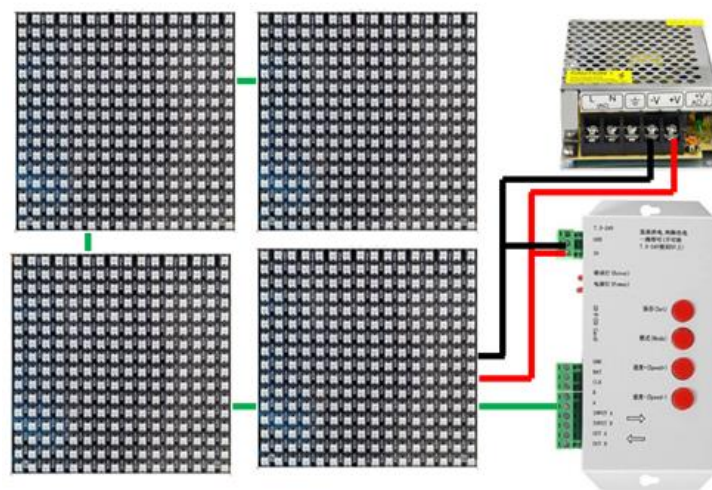


Figura 2: Conexión de paneles en el controlador T1000s

Por medio de un control externo para monitorear de luces RGB (Professional Review, 2021) se mandan cambios de secuencias, incremento o disminución de velocidad, reinicio del controlador. El microcontrolador envía al módulo de relevadores una señal eléctrica al dispositivo T1000S, conectando en paralelo los contactos de los relevadores

utilizados a la botonera perteneciente al T1000S. Los caracteres y secuencia que se requieran en la pantalla es enviada por medio de un control remoto, se controla por medio del control el tiempo de exposición de los caracteres, esto dependiendo de las necesidades del paciente.

En el siguiente diagrama se visualiza el arreglo electrónico del dispositivo de control:

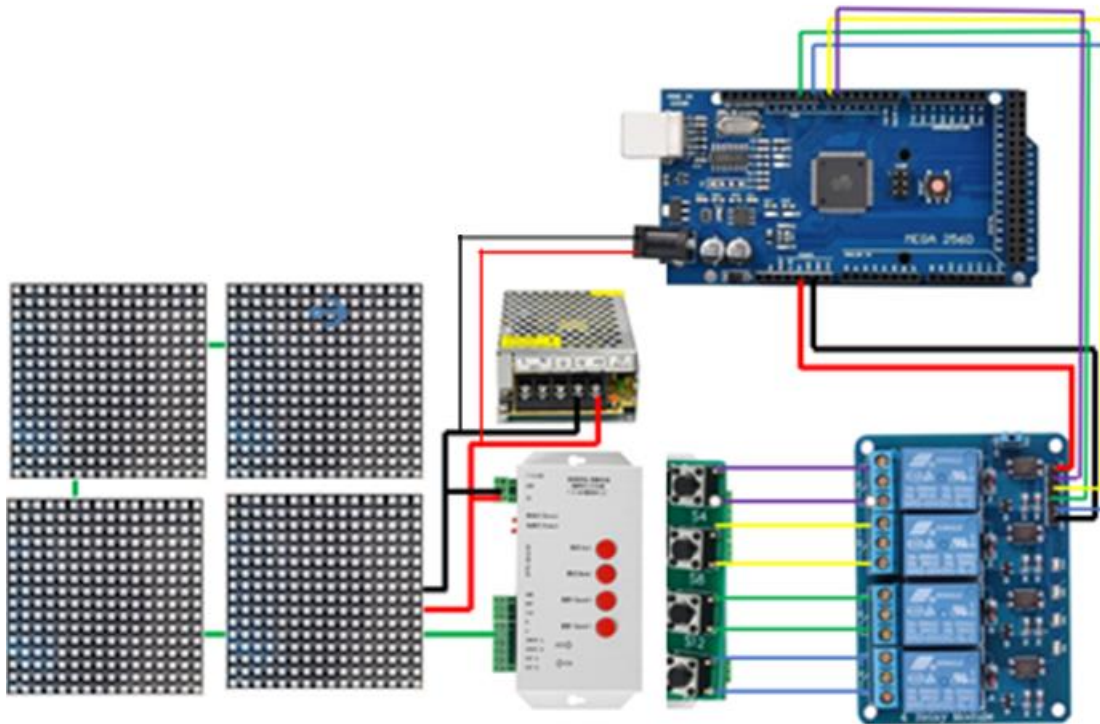


Figura 3: Integración de Microcontrolador y T1000s, el módulo de botones se encuentra en el interior del T1000s y se conectan en paralelo con las salidas del relevador.

Para el diseño se debe tomar en cuenta:

1. El cuidado en las conexiones del sistema de alimentación de las tarjetas electrónicas, ya que una mala polarización de los mismos puede dañar los elementos del sistema.
2. El proceso de construcción del proyecto debe realizarse a nivel modular, de esta manera se optimiza tiempo en cuanto a ubicación posibles daños.
3. Para establecer una secuencia, se debe de desenergizar completamente, para realizar la extracción de la memoria SD.
4. Para un funcionamiento óptimo del sistema se recomienda una alimentación constante, ya que por cada corte de energía el sistema se reinicia y empieza a funcionar desde cero perdiendo todos los datos.



Se realiza la programación para el control inalámbrico y de la secuencia requerida por medio del Microcontrolador (Flores, 2012). En el programa, se pueden reemplazar los bloques de código, para utilizar otro método de ingreso de datos para comandar la placa de relés. En todos los casos, la comunicación de control se basará en caracteres de control ingresados por TX/RX u otro medio similar, incluyendo un ingreso directo implementado con entradas digitales y pulsadores. La estructura Switch...Case es la utilizada para dar la secuencia de selección de cada proceso solicitado. Utilizando el código de programación del microcontrolador con 8 botones para activar y desactivar las secuencias programadas.

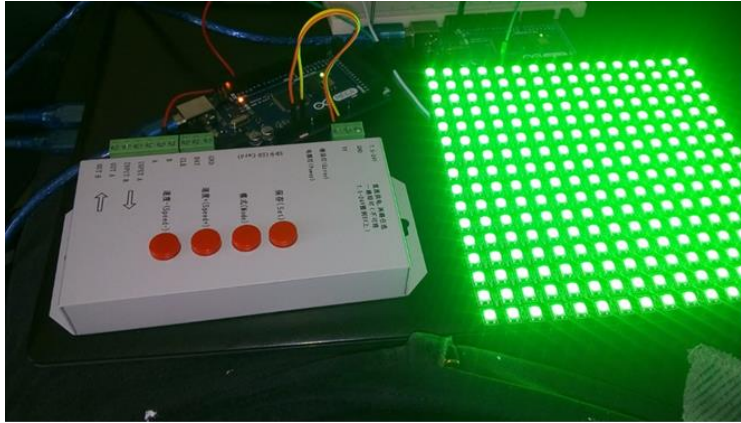


Figura 4. Pruebas realizadas

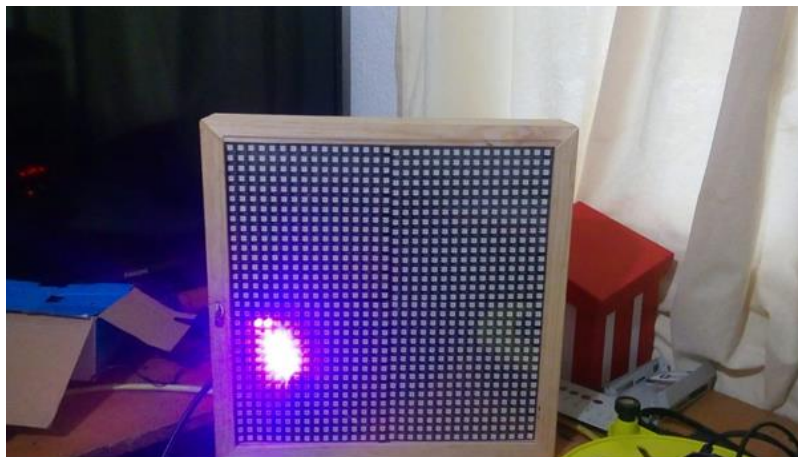


Figura 5. Representación de un círculo, formado por el recorrido contra sentido a las manecillas del reloj.

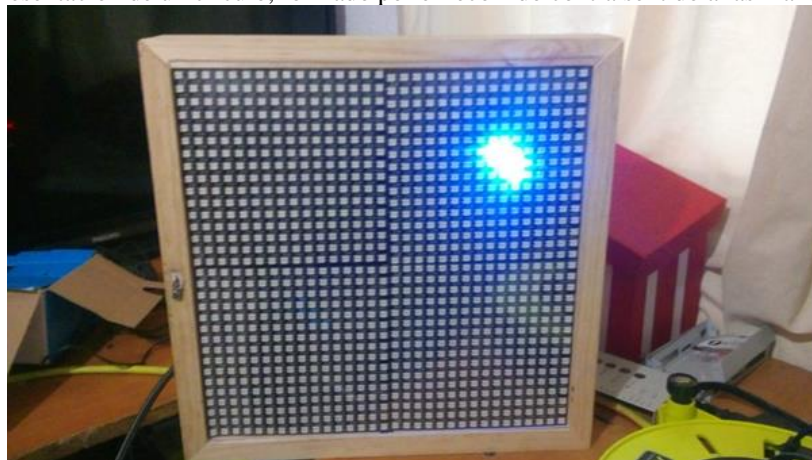


Figura 6. Representación de un círculo formado en el recorrido a las manecillas del reloj.





Figura 7. Representación en secuencia numérica.

### Resultados.

El proyecto de prototipo para la rehabilitación de extremidades motoras se enfoca principalmente en activar y mejorar los mecanismos motores y posturales automáticos necesarios para la realización de la función humana fue realizado con éxito en una primera etapa, con uso del software LEDEdit y del microcontrolador para el desarrollo de secuencias para la animación de la pantalla de rehabilitación.

Los resultados obtenidos se pueden determinar por medio de porcentaje de la siguiente manera:

1. Integración de controlador T1000s 100%
2. Rediseño del dispositivo controlador 100%
3. Desarrollo de secuencias del marco, líneas, curvas, números 90%
4. Desarrollo de programa del microcontrolador para un control inalámbrico 100%
5. Implementación marco de madera con acrílico blanco 100%

Si bien todas las secuencias para la pantalla fueron desarrolladas con la ayuda de Power Point 2016, la parte de las secuencias con los números fue un poco complicado y la velocidad que se requeriría no fue la óptima. En lo que resta de los objetivos se presume que se completaron satisfactoriamente y que cubren las necesidades planteadas en este proyecto.

### Conclusiones

Este trabajo demuestra que el microcontrolador facilita el desarrollo de soluciones prácticas para ser utilizadas para el beneficio de personas con problemas motoras desde un punto de vista pedagógico. Se muestra la viabilidad para el desarrollo de competencias tanto de programación, diseño de sistemas y electrónica aplicada para el desarrollo de nuevas soluciones presentadas por estudiantes de nivel Ingeniería y de Técnico Superior Universitario. Se detallan en el trabajo técnico los resultados de una experiencia académica que logra desarrollarse y lograr destacar la viabilidad de acceso y dominio de estudiantes del área de Mecatrónica en el uso de microcontroladores en el diseño e implementación de soluciones hacia personas que cuentan con limitantes físicas, donde son necesarios los conocimientos en programación y aplicación de la electrónica enfocados al desarrollo de soluciones con el microcontrolador.

### Referencias bibliográficas

- Aquafit Technologie. (6 de 3 de 2021). *Aquafit Technologie*. Obtenido de <https://www.aquafit-technologie.es/noticias/rehabilitacion-de-extremidades-inferiores/>
- Asespeyo. (2021). *Asespeyo*. Obtenido de <https://www.asespeyo.es/>
- Escardó, E., & A., D. R. (06 Feb 2015). *Rehabilitación en neurocirugía*. Obtenido de Scielo Brazil: <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1951000400004>
- Flores, L. I. (2012). *Manual de programación en Lenguaje C++*. Ciudad de México: Servicio Social - DGSCA-UNAM.
- IDE, A. (2021). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/software>
- LedEdit 2014. (2021). *software informer*. Obtenido de <https://lededit-2014.software.informer.com/Descargar-gratis/>
- Profesional Review. (6 de 6 de 2021). *Profesional Review*. Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2019/01/20/rgb-que-es/>

Shenzhen LED Inbright Co., Ltd . (2021). *Made-in-China*. Obtenido de Controlador RGB T1000s a todo color programable con tarjeta SD:  
[https://es.made-in-china.com/co\\_inbright-led/product\\_RGB-Full-Color-Programable-T1000s-Controller-with-SD-Card\\_rignuroeg.html](https://es.made-in-china.com/co_inbright-led/product_RGB-Full-Color-Programable-T1000s-Controller-with-SD-Card_rignuroeg.html)

WorldSemi. (2021). *Hoja de datos WS2812*. Obtenido de <https://html.alldatasheet.com/html-pdf/553088/ETC2/WS2812/196/2/WS2812.html>

# Estrategias para Disminuir la Deserción y el Bajo Rendimiento de los Estudiante en las Clases en Línea

Dr. Mariano Xiu Chan<sup>1</sup> y Dra. Rocío Arceo Díaz<sup>2</sup>

**Resumen**—En general es preocupante para todas las instituciones educativas, la problemática de la deserción estudiantil, esta problemática generalizada en México afecta a todos los niveles educativos, aun antes de la contingencia sanitaria. Cabe resaltar que más del 50% de los estudiantes no logran concluir su educación escolar (Fuentes, 2020), existen amplios estudios que demuestran que son muchos los factores que hacen que el estudiante deserte, dichos factores pueden ir desde lo personal, hasta lo institucional, pasando también por la labor docente y las cuestiones didácticas, entre otros aspectos, aunado a la situación de contingencia sanitaria que vivimos que sin duda amplifico este fenómeno en las aulas de las instituciones.

La mayoría de las investigaciones que se han desarrollado, están enfocadas a la educación presencial, que, si bien tiene puntos de encuentro con la educación no presencial, que se brindó ampliamente durante los años 2020 y 2021 tiene también profundas diferencias, por lo cual se abordará la problemática específicamente en la educación a distancia. Se pretende identificar los principales factores que contribuyen para que los estudiantes en línea deserten de sus estudios, para ofrecer alternativas que mitiguen esta situación.

**Palabras clave**—deserción, bajo rendimiento, clases en línea.

## Introducción

Este estudio está basado en la experiencia de impartir cursos en línea en la durante los casi dos años de pandemia en México 2020 y 2021, dichas clases se brindaron en una institución de Educación Media Superior, de carácter público, que con una modalidad de Educación a Distancia (porque así lo exigía el contexto de salud) se sobre llevo la educación de miles de estudiantes en México. El CECyTE tiene como misión “Impartir estudios de bachillerato bivalente para formar técnicos capaces de incorporarse al sector productivo o continuar sus estudios en el nivel superior” (CECyTE, 2022).

La educación media superior técnica surge con una visión innovadora, a través de la que pretende “Ser la institución que forma técnicos altamente competitivos, con liderazgo y valores que les permite incorporarse con éxito al ámbito laboral y continuar estudios de nivel superior, lo que posiciona al CECyTE como la primera opción educativa en el Estado”

El objetivo que guía a esta institución, es: “Impartir educación científica y tecnológica de tipo medio superior, con validez oficial de estudios para formar integralmente a profesionales técnicos competentes con un amplio sentido humanístico, nacionalista y ético, con elevado compromiso social y aptos para generar y aplicar creativamente conocimientos en la solución de problemas.” (CECyTE, 2022). Lo anterior, es posible, gracias a que el escenario educativo en este caso, se presentaba en una modalidad presencial, que propone toda la formación tradicional, sin embargo, ante la contingencia sanitaria, se tuvieron que adaptar las clases a través de medios tecnológicos que permitieran al estudiante continuar con su educación, a pesar de estar aislados o en regiones apartadas.

## Contexto de la problemática

En el contexto de la deserción en instituciones media superior, durante la pandemia 2020 y 2021, y en el ciclo escolar actual se ha visto un incremento por el abandono escolar, el desinterés y el bajo rendimiento académico. Es por lo descrito anteriormente, que surge la problemática referida, ya que en promedio para un semestre que se llevó a cabo en línea el grupo inicial es de 35 a 40 estudiantes, de los cuales concluyen entre 15 a 20, lo que representa un amplio porcentaje de deserción. Aunado a esto, está la problemática del bajo aprovechamiento, ya que por la naturaleza de la nueva modalidad educativa de esta institución, que permitió el desarrollo del proceso educativo de manera asincrónica y al ritmo del estudiante, el docente tuvo que estar insistiendo con los estudiantes para que realicen sus actividades en tiempo y forma, pero las actividades de los estudiantes los rebasan y entregan trabajos deficientes, que no cubren las expectativas de las firmas, de tal forma que no consiguen un proceso de aprendizaje adecuado y algunos se quedan incluso rezagados siendo pocos los casos en los que logran recuperarse y concluir de manera satisfactoria los cursos, que deben concluir de acuerdo a la agenda.

<sup>1</sup> El Dr. Mariano Xiu Chan es Profesor de CECyTE Cancun III, [chuleen\\_mx@hotmail.com](mailto:chuleen_mx@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Rocío Arceo Díaz es Profesora Investigadora de la Universidad Tecnológica de Cancún, [rarceo@utcancun.edu.mx](mailto:rarceo@utcancun.edu.mx)

Para el análisis de esta situación, como academia se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar los factores que contribuyeron a la deserción y el bajo rendimiento de los estudiantes del CECyTE, para a partir de ellos proponer estrategias que desde la labor docente contribuya a la reducción de la problemática.
- Analizar los factores identificados como causa del bajo rendimiento y la deserción, con la finalidad de conocer las posibles relaciones entre ellos y la manera en la que inciden en la problemática.
- Diseñar estrategias docentes que, a partir del análisis realizado, permitan contrarrestar la presencia de los factores que causan o inciden de manera negativa en la problemática.
- Indicar las áreas de oportunidad del diseño y operación del aula virtual, que se identificaron a través del análisis de los factores causantes de la problemática.
- Señalar líneas de acción que pueden tomarse a nivel institucional para contribuir a la disminución de la problemática.

Además de los claros objetivos, de igual manera se plantearon las siguientes Metas:

- Que los docentes reconozcan los factores que inciden en el bajo rendimiento escolar y la deserción, para que puedan implementar estrategias que contrarresten estos factores.
- Que la institución conozca los aspectos que deben atenderse ya sea modificando o adecuando lineamientos, procedimientos, mejorando la oferta educativa, cubriendo las necesidades y solicitudes de los estudiantes, etc., para contribuir a la disminución de la deserción académica.
- Que el estudiante identifique los aspectos que pueden estar impactando de manera negativa en el desarrollo de su proceso educativo, para que de esta manera les sea posible tomar medidas que disminuyan la problemática y mejore su rendimiento escolar.
- Dar a conocer algunas estrategias docentes y de enseñanza, que contribuyan a la disminución del bajo rendimiento escolar y a la deserción de los estudiantes.
- Contribuir a la disminución del bajo desempeño y la deserción académica.

### **Problemática**

En la práctica educativa se presenta una problemática específica, que es la falta de consolidación en la inducción de los estudiantes en las TIC en la institución, la deserción y el bajo rendimiento académico.

Dicha problemática se compone de múltiples factores y puede ser analizada desde diversas dimensiones para tratar de darle solución.

Desde la dimensión didáctica cabe señalar la heterogeneidad de los grupos en los CECyTE. Aunque se cuenta con estudiantes que son nativos digitales, pero en mayor porcentaje son inmigrantes digitales, porque no han tenido tecnología previo a sus estudios de preparatoria y muchos de ellos desconocen varios de los recursos y herramientas del contexto sociodigital, lo cual afectó su desempeño porque estas herramientas estuvieron cien por ciento ligadas con el nuevo modelo educativo que se adoptó en la pandemia, las clases en línea.

Considerando la dimensión tecnológica y con base a los señalamientos anteriores, resulta necesario que los estudiantes alcancen las competencias tecnológicas requeridas en cada una de las asignaturas para coadyuvar al logro de los objetivos de cada asignatura y asegurar el perfil de egreso de las mismas. Esto implica que necesitan conocer el contexto sociodigital del siglo XXI en el cual desarrollan o desarrollarán sus actividades de aprendizaje, sobre todo cuando la modalidad es en línea. Considerando que los estudiantes cursan al semestre seis asignaturas, al momento de la contingencia cada profesor diseño su material, diferentes plataformas, con aproximadamente dieciocho actividades que incluyen tareas, foros y evaluaciones, más la lectura del contenido temático de cada unidad, se detectó que muchos de los estudiantes no participaron como se indica en las instrucciones de las actividades resultando que las actividades no están realizadas correctamente o no las hacen y por lo tanto afecta el logro de las competencias.

Existen varios factores por los cuales puede darse esa situación: falta de tiempo asignado por el estudiante para su realización, falta de comprensión en lo que se pide o desconocimiento de las herramientas tecnológicas que incluye la actividad o de los recursos disponibles en la plataforma.

Por todo lo anterior el presente trabajo se enfoca en atender los dos últimos factores por considerarlos prioritarios ya que los estudiantes ya están cursando las asignaturas y se requiere atención inmediata.

Si bien los docentes, que en muchos casos son inmigrantes digitales, necesitan la alfabetización digital, también se deben tomar en cuenta las problemáticas que en este momento tienen los estudiantes para así intervenir y resolverlas.

La dimensión comunicativa no puede dejarse de lado, en todo proceso de enseñanza-aprendizaje, la comunicación es un factor esencial porque es a través de ésta que se transfiere la información antes, durante y después del mismo. Se puede deducir que, si los estudiantes son inmigrantes digitales, es muy probable que no conozcan todos los medios disponibles en el contexto sociodigital, por lo que se debe de asegurar que los medios de comunicación utilizados por la institución y el docente para comunicarse con los estudiantes son conocidos por éstos.

Debido a la problemática de deserción, intermitencia o rezago en actividades, como docente se tiene que trabajar en estrategias que permitan el avance del grupo de una manera general, ya que es complicado atender a un alto número de estudiantes y dar seguimiento a las actividades de los mismos cuando van desfasados.

Las dimensiones más importantes para aplicar en la práctica docente son: Dimensión didáctica, Dimensión comunicacional, tutoría. Se puede poner mayor énfasis en atender las características y las necesidades de los estudiantes, preparar material enfocado al tipo de estudiantes, buscando la permanencia, motivación, interés de los estudiantes, pero es importante entender que no se evitará al cien por ciento la deserción de los estudiantes, porque hay factores que quedan fuera del área de dominio del docente.

En cuanto a la dimensión comunicacional y de tutoría se debe tener mayor comunicación e interacción con los estudiantes para atacar en tiempo y forma cualquier incidente que impida la permanencia en la clase y sobre todo que el grupo mantenga un avance homogéneo (Willging & Johnson, 2014).

### **Metodología**

Para este estudio, se utilizó información correspondiente a 6 grupos de primero y 6 grupos de quinto, todos de las carreras técnicas de Técnico en Soporte y Mantenimiento de Equipo de Computo; todos impartidos en línea durante los años 2020 y 20212, por los autores de este trabajo.

En promedio se tienen las estadísticas de 420 estudiantes de los grados antes mencionados.

La cohorte está conformada por 420 estudiantes, de los que 240 (58%) continúan activos en los semestres de la institución, mientras que el 42% está fuera de la escuela debido a su bajo rendimiento académico o a deserción por diferentes motivos.

Por otra parte, las variables consideradas en el estudio están clasificadas de acuerdo con los diferentes enfoques teóricos que se han desarrollado en torno al problema de la deserción estudiantil, y responden a los cuatro conjuntos de factores que pueden determinar la decisión de desertar o graduarse: institucionales, socio-económicos, académicos e individuales.

La información utilizada para este trabajo son los resultados finales de las asignaturas impartidas y para verificar el seguimiento de los estudiantes aprobados se contactó a los coordinadores de cada carrera para verificar el porcentaje de deserción.

De acuerdo a la experiencia docente, se presenta la estrategia de intervención y posteriormente las propuestas para impartir las clases en línea, mismas propuestas que han sido probadas en el último semestre de la institución.

### **Estrategia de la intervención y su fundamento conceptual**

Existe un amplio número de participantes en las clases en línea, pero no hay aun referencias accesibles que propongan con fundamento la manera de evaluar el aprendizaje alcanzado por sus usuarios, factores como deserción, incumplimiento, abandono, no permiten ofrecer una estadística real del aprovechamiento de los estudiantes (Quesada, 2006). Abundan las citas hemerobibliográficas acerca de la valoración de sus componentes, pero no tratan la referida al aprendizaje de sus estudiantes.

Dentro de las pocas existentes, gran parte de ellas se abocan a proponer herramientas ya desarrolladas para crear o gestionar pruebas.

Por lo anterior se deben considerar estrategias para reducir los 3 posibles factores que provoquen la deserción de un estudiante en línea.

- El docente. (Estrategias para cuidar y mejorar el perfil específico de un docente en línea)
- La institución (Diseñar estrategias que hagan posible la permanencia en la institución, cuidar los lineamientos, la administración y tiempos en la institución)
- El estudiante (especificar el perfil del estudiante para la clase en línea, concientizar desde el principio al estudiante del compromiso necesario y la modalidad en la que se encuentra)

Al realizar un plan de acción se puede aportar a las instituciones del sistema en línea las estrategias que se podrían estandarizar e institucionalizar para disminuir la deserción escolar y lograr que el desempeño de cada estudiante sea constante y se realice en el tiempo y la forma establecidos por los calendarios de cada curso, el compromiso de los docentes será entonces reforzar su práctica didáctica incluyendo las estrategias y ajustes necesarios para atender el problema en cuestión.

<b>Descripción de las dimensiones de la práctica educativa</b>	<b>Como se identifica la dimensión en la práctica educativa</b>	<b>Como se logra la dimensión de la práctica educativa</b>
<p><b>Dimensión didáctica</b> Atendiendo a las características de los estudiantes y los procesos educativos en el Contexto sociodigital</p>	<p>Papel de la docencia en los procesos educativos Metodologías didácticas. Estrategias de enseñanza y aprendizaje Recursos didácticos en escenarios diversificados Estrategias de evaluación</p>	<p>Aplicando diferentes estrategias didácticas y recursos diferentes, tratando de hacer clases dinámicas y versátiles</p>
<p><b>Dimensión comunicacional</b> Atendiendo a los procesos comunicacionales que se posibilitan en el contexto sociodigital.</p>	<p>Uso de lenguajes y medios Canales y espacios para la interacción. Recursos para el trabajo colaborativo en plataformas educativas Recursos, medios y espacios contemplados para el trabajo en colaboración en escenarios alternos</p>	<p>Implementación de las TIC's en todos los aspectos, uso de diferentes canales de comunicación y promoción de interacción por diversos medios.</p>
<p><b>Dimensión tecnológica</b> Atendiendo a los recursos, herramientas y concepciones que surgen en el contexto sociodigital</p>	<p>Medios y recursos diversificados que se involucran en los procesos educativos. Administración de plataformas educativas. Recursos multimedia en los procesos educativos Integración de medios en los procesos educativos</p>	<p>Integración de todos los medios posibles a mi práctica educativa.</p>
<p><b>Dimensión sobre la generación del conocimiento</b> Atendiendo a las características que adquiere el conocimiento en el contexto sociodigital</p>	<p>Investigación e innovación Comunidades de aprendizaje Redes de aprendizaje Buenas prácticas</p>	<p>Trabajar en buenas prácticas y mejoramiento de las estrategias de enseñanza-aprendizaje</p>
<p><b>Dimensión ética</b> Atendiendo a los procesos éticos que demanda el contexto sociodigital</p>	<p>Identidad y pertenencia Toma de decisiones en contexto Equidad e inclusividad Fomento de una actuación proactiva y la toma de decisiones</p>	<p>Trabajar con valores</p>



	Sentido de su quehacer en el contexto sociodigital	
<b>Tutoría</b>	Acompañamiento con los estudiantes Seguimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje Función de orientador	Buscar la empatía con los estudiantes trabajando en un clima de respeto y confianza, tratando de que la comunicación sea bilateral y apoyando en todo momento a que se cumplan los objetivos de la universidad

Cuadro 1. Dimensiones de la práctica educativa

### Propuesta de intervención educativa

Debido a la problemática de deserción o intermitencia, rezago en actividades por parte de los estudiantes en línea; como docente se tiene que trabajar en estrategias que permitan el avance del grupo de una manera general, ya que es complicado atender a un alto número de estudiantes y dar seguimiento a las actividades de los mismos cuando van desfasados, aunado a la deserción masiva por parte de los estudiantes (Morales, 2015).

Las estrategias para mejorar la permanencia y el cumplimiento de los estudiantes en sus cursos en línea, se realizaron contemplando lo siguiente:

*Los docentes deben conocer las principales teorías de aprendizaje aplicables a la educación a distancia:* Para ello es importante estar capacitado y conocer ampliamente el modelo de educación a distancia, por lo que cada profesor que impartirá un curso en línea previamente debe tomar un curso de inducción al modelo.

*Conocer y aplicar el concepto de comunidad de aprendizaje:* Diseñar actividades que permitan que los estudiantes interactúen entre si y se formen grupos de apoyo entre compañeros (Vives & Varela, 2013).

**Utilizar técnicas para reducir la ansiedad por evaluaciones:** Concientizar a los estudiantes de que la evaluación es sumativa y no se determina por una sola actividad.

*Contextualizar especialmente a los estudiantes que toman cursos en línea por primera vez:* Se debe asegurar que cada estudiante comprende el modelo, para ello se debe contar con material de inducción, hacer un sesión al menos de explicación de la plataforma, herramientas y tener habilitado permanentemente el medio de contacto, esto le permitirá a los estudiantes familiarizarse con la plataforma, verificar sus competencias básicas digitales y de cada una de las herramientas necesarias en el curso y lograr el acompañamiento durante la asignatura.

*Proveer actividades para los distintos estilos de aprendizaje y los tipos de inteligencia:* Para ello es necesario desarrollar material didáctico con diferentes enfoques, explorar diferentes actividades, tratando de ser variable en las tareas, implementar diferentes recursos para que se adapten a diferentes estilos de aprendizaje.

*Conocer las características generacionales de los estudiantes:* El docente tiene que acercarse a los estudiantes y conocer acerca de sus hábitos de estudio, identificar su perfil de estudiante para poder tener un contexto del grupo y poder otorgar material extra que sea de utilidad para mejorar su desempeño en sus asignaturas.

*Desarrollar actividades que fomenten el involucramiento del estudiante con el curso:* Las actividades deben ser retos para el estudiante, que le permitan practicar, conocer y centrarse en escenarios lo más reales posibles.

*Planificar actividades de enseñanza que promuevan el descubrimiento, la exploración y la utilización de lo aprendido:* Que las actividades le permitan a los estudiantes autoevaluarse y verificar que han adquirido las competencias.

Asegurarse de que los estudiantes cumplen con los requisitos del curso: se refiere al perfil de ingreso a las asignaturas, hay cursos que por su naturaleza requieren habilidades o conocimientos previos. Por ejemplo, en el caso de las asignaturas que son seriadas, matemáticas I y matemáticas II, se requiere que el estudiante tenga las bases de la primera asignatura para comprender los temas que se darán en la segunda asignatura, por lo que se recomienda que el docente ponga en línea alguna actividad de diagnóstico que le de a conocer el nivel de conocimiento del grupo, antes de iniciar con las actividades de su asignatura.

*Asegurarse de que los estudiantes cuenten con las competencias mínimas de TIC:* para ello se debe proporcionar material didáctico que fomente el fortalecimiento o la adquisición de estas herramientas, previas a los cursos en línea.

*Desarrollar actividades o proyectos colaborativos:* Fomentar el trabajo colaborativo, donde se promueva el intercambio del conocimiento, la interacción entre los estudiantes, promoviendo la tolerancia, el liderazgo y la responsabilidad.

*Limitar la cantidad de información específica y actividades al inicio del curso especialmente con estudiantes que toman cursos en línea por primera vez:* En el primer curso no cargar muchas asignaturas para que el estudiante no se sature de información y le permita familiarizarse con las herramientas y la plataforma en general.

*Contar con la presencia de un tutor académico:* Además del acompañamiento del docente, es importante que los estudiantes tengan a quien recurrir para atender cualquier duda fuera de las asignaturas.

*Establecer la conexión entre profesor y estudiante desde el inicio del curso:* Que el docente se presente con el estudiante desde el inicio del curso para establecer el vínculo de comunicación efectiva desde el inicio y mantener una comunicación constante.

*Monitorear el grado de satisfacción de los estudiantes:* Aplicar encuestas o cuestionarios de opinión que permitan medir el nivel de satisfacción de los estudiantes, como retroalimentación del profesor, para realizar modificaciones de la estrategia que se esté aplicando (Hernández, 2017).

*Crear un ambiente de apoyo, de atención y de respeto en los cursos:* Apoyarse de foros de dudas, brindar la confianza de que se puede preguntar y aclarar cada duda de manera instantánea.

### Conclusiones

Con la implementación de las estrategias mencionadas en este proyecto, se ha visto una disminución en la deserción en el último semestre septiembre-enero 2022 y febrero – agosto 2022 actual, la no deserción y continuidad de estudiantes se ha mantenido en un 90% aproximadamente, las estrategias se aplicaron de manera opcional por 3 profesores que imparten sus clases en línea por el semáforo epidemiológico en nuestro Estado y un profesor que atendió 2 grupos de matemáticas; se espera que se incremente el porcentaje de acreditados por semestre, impulsando de esta manera el número de estudiantes que siguen en sus instituciones y aspiran a concluir su preparatoria y continuar con su carrera profesional. Para continuar aplicando la propuesta estratégica se pide a los docentes modificar la estructura del proceso didáctico y aplicar cada propuesta paulatinamente, esto es una tarea diaria que conlleva compromiso por parte del docente, pero se ven los resultados en la forma en que responden los estudiantes al participar más activamente en clase, cumplir con las actividades, sentirse acompañados con la figura del tutor y esto se refleja en la disminución de la deserción. De la estrategia propuesta e implementada, al momento lo más funcional es el proceso de acompañamiento a los estudiantes en riesgo de desertar, este proyecto brinda la pauta para propuestas de cobertura de la educación media superior en línea, ya que se puede regresar a las clases presenciales, se puede mantener de igual manera la preparatoria en línea para aumentar la cobertura educativa, pero con las estrategias descritas para mayor aprovechamiento.

### Referencias

- Booker, E. & Rebman, C. (2005). E-student retention: Factors affecting customer loyalty for online program success. *Issues in Information Systems*, (Vol. VI, No.1, pp. 183-189)
- Fuentes, M. L. (26 de 02 de 2020). El drama de la deserción escolar en México. *Excelsior*.
- Hernández, P. (2017). Tendencias de Web 2.0 aplicadas a la educación en línea. Recuperado de <http://www.nosolousabilidad.com/articulos/web20.htm>
- Herrera, L. & Mendoza, N. & Buenabad M. (2009). Educación a distancia: Una perspectiva emocional e interpersonal. *Apertura*, 10,62-77
- Morales Miguel (2015). 8 buenas prácticas, para evitar la deserción en un curso virtual. Recuperado de <http://www.americlearningmedia.com/component/content/article/116-analisis/830-8-buenas-practicas-para-evitar-la-desercion-en-un-curso-virtual>
- Quesada, C. R. (2006). Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia. *RED. Revista de Educación a Distancia*. CECyTE. (16 de 01 de 2022). CECyTE QRoo. Obtenido de <https://www.ceyteqroo.mx/>
- Universia, (2020). El 90% de los estudiantes no terminan sus cursos online  
Recuperado de <http://noticias.universia.es/en-portada/noticia/2020/01/16/1075157/90-estudiantes-no-terminan-cursos-online.html>
- Vives, T. & Varela, M. (2018). Realimentación efectiva. *Investigación en Educación Médica*. 2(6), pp. 112-114. Recuperado de [http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num02/08\\_PEM\\_REALIMENTACION\\_EFECTIVA.pdf](http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num02/08_PEM_REALIMENTACION_EFECTIVA.pdf)
- Willging, P.A.& Johnson, S.D.(2014). Factors that influence student's decision to drop-out of online courses. *Journal of Asynchronous Learning Learning Networks*, 8(4), 105-118.

# Estado del Arte de los Efectos Económicos Causados por el COVID-19 en las Micro y Pequeñas Empresas del Sector Turístico en México

Norma Dianeli Yam Batun<sup>1</sup>, Adriana Sebastián Marcos<sup>2</sup>,  
Dr. Robert Beltrán López<sup>3</sup>, Dr. Eustacio Díaz Rodríguez<sup>4</sup>

**Resumen:** La pandemia de COVID-19 afecta en diversos ámbitos, en la economía redujo en un 34.1% en la tasa de empleo y un 88.3% las ventas según el INEGI, de estos datos el que mayor efecto tiene es en el sector turístico, siendo una actividad clave en el desarrollo económico del estado de Quintana Roo, México; aunado a eso las micro y pequeñas empresas se vieron afectadas, ya que estas constituyen más del 90% de la economía mexicana. La presente investigación se basa en analizar toda la literatura publicada en fuentes confiables, para profundizar en temáticas propias de análisis de marcos teóricos en investigaciones que pretendan divulgar hallazgos relevantes. Propiciar el intercambio de investigaciones realizadas permitirá ahorro de tiempos en búsquedas y a su vez difundir publicaciones.

## Introducción

Este documento hace alusión al marco teórico de un proyecto de investigación en proceso. La pandemia del COVID-19 ha llevado a tener diferentes impactos en el sector turístico en el estado de Quintana Roo, delimitado para ello el estudio se concentra en las siguientes literaturas encontradas durante el proceso de una investigación rigurosa.

## Marco teórico

### *Marco conceptual*

En esta presente investigación se utilizaron conceptos para poder comprender con mayor claridad el tema que se quiere investigar y por ellos estas son las siguientes palabras para definir: COVID-19 y su origen, turismo, MYPES (Micro y pequeñas empresas).

De acuerdo con Buzai (2020), el COVID-19 es un tipo de virus, provienen de la familia de los coronavirus, estos provocan enfermedades de tipo respiratoria tanto en los animales como en los humanos, desde una gripe común o incluso pueden causar la muerte.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) también define el COVID-19 como una enfermedad, causada por el coronavirus, se le conoce como SARS-CoV-2. Esta enfermedad se puede confundir como una gripe común, ya que tiene síntomas comunes a esta; aunque también tiene otros síntomas, son menos frecuentes como la pérdida del olfato o el gusto, conjuntivitis, dolor de cabeza y garganta (OMS, 2020).

En cuanto a su origen Torres (2020) menciona que surgió en Wuhan, China esta enfermedad comenzó a afectar mayormente a las personas mayores y después fue expandiéndose en todo el país. Se explica, este virus surgió en un mercado de animales asociado a la comida rápida en Huanan en Wuhan, por lo que se fue estudiando el genoma del SARS-CoV-2 y se encontró una alta homología que infecta a murciélagos, concluyó que este virus animal salta a las barreras para infectar a los humanos logrando una alta capacidad de contagio y transmisión del virus que hoy se vive.

De acuerdo con el comunicado de Ramos (2020) este virus surgió en China continental, específicamente en una ciudad llamada Wuhan en la provincia de Hubei. La cual rápidamente se fue expandiendo a sus alrededores y hoy en día ha provocado millones de muertos en todo el mundo.

<sup>1</sup> Norma Dianeli Yam Batun, estudiante de la carrera de Contaduría Pública en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chetumal. L18390109@chetumal.tecnm.mx

<sup>2</sup> Adriana Sebastián Marcos, estudiante de la carrera de Contaduría Pública en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Chetumal. L18390145@chetumal.tecnm.mx

<sup>3</sup> Dr. Robert Beltrán López, profesor del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México campus Chetumal robert.bl@chetumal.tecnm.mx <https://www.researchgate.net/profile/Robert-Lopez-14> (**Autor corresponsal**).

<sup>4</sup> Dr. Eustacio Díaz Rodríguez, profesor del Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México campus Chetumal [eustaci.dr@chetumal.tecnm.mx](mailto:eustaci.dr@chetumal.tecnm.mx) Cuerpo Académico Contabilidad Empresarial y Gobierno.

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Investigaciones Turísticas, el turismo hace referencia a este como el conjunto de relaciones y fenómenos que llevan a las personas a un lugar fuera de su entorno común y que están con motivo no lucrativo (INEGI, 2022).

Las MYPES se entienden que tienen características que las diferencian, que tienen dimensiones con ciertos límites en su ocupación, así como financieros (Posada, Aguilar y Peña, 2016)

Hernández (2020) también define qué las MYPES, son un acrónimo que se compone de tres palabras que son las Micro y pequeñas empresas mismas que cada una se define de la siguiente manera Microempresas se caracterizan por tener desde 1 a 10 trabajadores y por lo general son negocios familiares. Las pequeñas van de 11 a 50 trabajadores.

Correa, Leiva, y Stumpo (2018) definen a las MYPES como un compuesto fundamental para la economía empresarial en América Latina, ya que estas se componen de micro, pequeñas y medianas empresas, tienen una importante participación en la generación de empleos.

Para Saavedra y Hernández (2008), no hay como tal una definición de este, todo dependerá de los criterios y la clasificación que le den a estas como micro, pequeñas y medianas, variará dependiendo de cada país; poniendo como mínimo y un máximo para clasificarlas como tal.

### *Marco referencial*

En base al planteamiento de los conceptos anteriores se sabe que el COVID-19 es un virus surgido en China, en tanto este se fue propagando a lo largo del tiempo en diferentes lugares, hasta convertirse en una pandemia, afectando la economía mundial.

Velázquez y Rivero (2020), abordaron el tema las Mipymes (Micro, pequeñas y medianas empresas) y el COVID-19 en la Región XI del oriente del Estado de México. El COVID-19 trajo consigo importantes costos económicos que afectó a todas las empresas, independientemente de su tamaño principalmente en los sectores de la aviación, el turismo y de servicios como el comercio, porque enfrenta a una disminución de sus ingresos y eso provocó la mayor cantidad de desempleo en todo el país. Las consecuencias, se dieron en las Mipymes y en la economía en México fueron la cancelación de la feria internacional de caballo lo que se vio afectado a más de 2 millones de personas en cuestión a sus empleos como personal de intendencia, mantenimiento, seguridad, taquillas, oficinas, juegos mecánicos, hoteles, entre otras.

Gurrola y Morales (2021) así mismo mencionan que la rentabilidad de las empresas de la Bolsa Mexicana de Valores bajó, ante la situación vivida el nivel de participación en la actividad económica de estas empresas ya no es iguales, entre los periodos comprendidos de 1993T2 y 2020T4. La dinámica de la actividad económica hizo que se crearán cambios en la evolución de la rentabilidad de las empresas. Por lo que el periodo del COVID-19 causó la baja en las variaciones de las rentabilidades de capital accionario, así como de los activos y aumentos en las márgenes de ganancias netas que se tienen registradas Murillo, Almonte y Carbajal (2021) mencionan que al momento en que el gobierno ordenó la suspensión de las actividades no esenciales por 60 días para prevenir los contagios, la demanda cayó de 40 y 50% durante ese periodo, así como el valor agrado pasaron de 3.94% y 4.84%, a 2.86% y 3.52%, por los que diversos sectores tuvieron una caída significativa de su valor agregado, debido a otra opción más que cerrar sus puertas por ese periodo.

Macías (2020) también menciona que el INPC disminuyó durante el periodo de repunte de la pandemia, así como el desempleo y la tasa de inflación se ubicó entre 3.0 y 3.5 al cierre del año 2020, lo que da a ver que la economía fue seriamente afectada.

Con ello afectando al sector empresarial mexicano que se compone aproximadamente de 4,180,986 empresas, de las cuales 97.05% son microempresas, 2.68% son pequeñas y medianas empresas y 0.27% grandes empresas (INEGI, 2019).

En cuanto a esto Maraboto (2020) también cita el efecto que tuvo la pandemia del COVID-19 en las MYPES, en su investigación da a conocer la aportación que tienen este tipo de empresas en el sector económico, estos constituyen la mayor parte de las empresas en México, menciona que generan el 42% del PIB, también genera el 78% del empleo en México. Durante este proceso se puso en riesgo la economía del país, esto porque el 77% de las MYPES dejaron de operar, el 25% tuvieron que despedir a su personal, dicho así el 57% de los microempresarios tuvieron dificultades para pagar el sueldo a sus empleados. También 3 de cada 10 presentaron problemas en pagar los créditos y préstamos, al igual, el 87% perdieron ventas y clientes. Por lo que la presidencia de México destinó 25,000 millones de pesos para que un millón de pequeñas empresas obtengan créditos, de igual forma destinó un millón de créditos para las pymes. Otro implemento al apoyo fue a las Mipymes por la cual hubo algunas iniciativas, en las cuales capacitan a través de plataformas a las empresas para que puedan tomar decisiones y para prepararlos ante la nueva normalidad.

Otro antecedente de los efectos económicos que se tiene por la crisis sanitaria en las MYPES y Mipymes el gobierno ha tratado de implementar medidas para que estas empresas se mantengan activas, por lo que, en abril de 2020, se dio a conocer un paquete de apoyos fiscales que equivalen al 0.7% del PIB, esto con el fin de enfrentar a la pandemia, así como el otorgamiento de créditos con una baja tasa de interés para estas empresas, esto de acuerdo con Sánchez, Ramírez y López (2021).

Rivera (2020) habla en su artículo del tema de los efectos y las expectativas que se tiene en el sector empresarial en México durante la pandemia. En esta nombra que las empresas del país tuvieron que hacer varios cambios para adaptarse a la pandemia como fue, implementar medidas sanitarias en un 88.6% de las empresas y acciones como teletrabajo, entregas a domicilio, ofertas especiales, también ventas de bienes y servicios por internet en un 60% en las empresas para poder seguir operando.

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Mipymes (ENAPROCE) aplicada por INEGI en 2019, únicamente 34% de las microempresas utilizaron una computadora propia para sus operaciones, en contraste con el 94% de las Pymes y 98.68% de las grandes empresas lo hicieron. Así mismo el 41.20% de las Mipymes utilizaron internet para sus actividades, mientras el 99.17% de empresas grandes lo empleaban. Estos datos resultan interesantes al tomar en consideración que dentro de las políticas establecidas por el gobierno federal ante la pandemia se encuentra priorizar el teletrabajo, actividad se dificulta al tomar en cuenta la ausencia de recursos tecnológicos en las Mipymes, así como la naturaleza de sus actividades.

Como bien se dijo anteriormente, las estrategias de compra y venta entre las Mipymes se modificaron, ya que se han implementado nuevas formas de trabajo, por lo que el uso de la tecnología a sido una de ellas, de modo que adoptaron este método para realizar su actividad, haciendo los pedidos por internet y pagando con transferencias. De este modo es como algunas de estas empresas se mantuvieron activos, teniendo que hallar la manera de seguir activos durante el proceso de cuarentena (Rodríguez et al., 2020).

Con respecto a todo lo anterior, en México la Mipymes como en todos los países se vieron afectados, y también tuvieron que modificar la forma en que se trabaja; de acuerdo con diversos estados, la interacción electrónica a aumentado con una estimación en 2020 de un 60%, lo que da a entender que esta ha sido un aliado para que las Mipymes sigan trabajando (Lazo et al., 2020)

El impacto que ha generado el COVID-19 desde su aparición ha sido significativa, tanto por su origen, continuidad, impacto económico y social, ha causado preocupación a nivel mundial, su mayor impacto fue en el crecimiento de las empresas por lo que paralizó su producción de forma repentina, se evaluará el impacto económico que tuvo con relación al empleo, las ventas, indicadores económicos y financieros.

Por lo que en relación con el empleo del 2019 y en el 2020 durante el COVID-19 tuvo una disminución del 34.1% dejando a muchas personas sin trabajo, provocando así una disminución en las ventas en un 88.3% de las personas encuestadas (Pérez, Martín y Martínez, 2020).

Por lo tanto, es importante analizar en cuánto afectó la pandemia a estas empresas, recalando así que el sector que se vio más afectado en esta pandemia ha sido el sector turístico, la cual es una actividad clave en el desarrollo de la economía de México, ya que, de acuerdo con Marín, L. y Jiménez, R. La aportación que tiene este sector en el PIB es de 8.4%, misma que está ha tenido un incremento en las últimas décadas, por lo que ha sustituido al sector primario (Marín y Jiménez, 2018).

Aguirre (2020) también menciona el turismo es una actividad esencial en México que ya genera empleos, intercambio comercial, mantenimiento y creación de infraestructura de comunicaciones y transportes, difusión de arte y cultura, valoración de la ecología, entre otros. Por ello, según la Organización Mundial del Turismo (UNWTO), en nuestro país el número de visitantes extranjeros creció de 23.3 millones en 2010 a 39.3 millones en 2017; y a 41.4 millones en 2018. Por lo que se observó un aumento constante en el número de visitantes, lo que se reflejó en la captación monetaria por este concepto, que de acuerdo con el organismo ascendió en ese último año a 22 mil 510 millones de dólares estadounidenses; lo que equivale a un 6.7% de lo recabado en todo el continente americano por este concepto.

La Organización Mundial del Turismo (UNWTO 2020), elaboró el Barómetro Mundial del Turismo donde señaló que en 2018 nuestro país se posicionó como el séptimo destino mundial en el número de visitantes extranjeros recibidos; sólo detrás de Francia, España, Estados Unidos, China, Italia, y Turquía. El documento refiere que, en comparación del año inmediato anterior (2017), México descendió un lugar, pese a que el número de visitantes ascendió 2.1 millones en ese mismo periodo. Sin embargo, en cuanto a los ingresos económicos de esta actividad, el ranking internacional situó a nuestro país en el lugar 17 con 22.5 mil millones de dólares en 2018; una posición menos que en 2017.

Con base en todo lo anterior, se sabe, el COVID-19 ha sido una enfermedad que vino a disminuir la economía del mundo entero, más aún en México, dicho que esta afectó a la principal fuente de trabajo como lo son las MYPES, estos conceptos son importantes para el entendimiento en la actualidad, por la relación, se tienen la



necesidad de saber lo que ha pasado con la economía, este tipo de empresas son fuente clave más en el sector turístico, como se dijo anteriormente, esta entidad ha sido una de las más afectadas, entre todas las zonas turísticas.

No obstante, el turismo decayó en México en los primeros meses de 2020 debido a la propagación e impacto del coronavirus, lo primero fue la procedencia de turistas a los destinos nacionales; y después por los efectos negativos locales. Estas consecuencias afectaron al turismo quizás más fuerte que otros rubros económicos en nuestro país, ya que 93% de las empresas turísticas en unas 450,000 unidades que son microempresas con menos de 10 empleados que, ante la cancelación de ingresos, difícilmente tendrán el margen para enfrentar sus compromisos fiscales, crediticios y laborales. Lo que dejó a ciudades como Acapulco, Cancún, Playa del Carmen, Huatulco, Mazatlán, Los Cabos, Vallarta, Manzanillo, entre otras, con su fuente primaria de ingresos sin operaciones.

De acuerdo con Abella (2020) la situación de emergencia que estamos viviendo debido al COVID-19 ha obligado a las empresas a cerrar sus puertas. Por lo cual nadie dudara que unos de los sectores más perjudicadas serian el del sector turístico por tener una característica especialmente vulnerable a situación de emergencia sanitaria como la actual. La disminución de la renta de los clientes potenciales supone una reducción de la demanda de servicios turísticos por lo que obliga el “encierro” de las personas en sus casas para evitar contagios, tanto empresas como trabajadores, de los diversos sectores existentes. La gran parte de las empresas se ven obligadas a parar sus actividades por lo que los lleva a la pérdida económica e incluso la posibilidad que muchas más empresas vuelvan a abrir sus puertas. A pesar de las medidas sanitarias adoptadas por el gobierno para salir adelante ante esta situación por lo que induce a la reducción de gastos en actividades no primordiales.

De acuerdo con el Centro de Investigación y Competitividad Turística Anáhuac y el Consejo Nacional Empresarial Turístico <CICOTUR Y CNET> (2020) el sector que más sufrirá como consecuencia de la pandemia de COVID-19 y todo el mundo, será el turismo. Estas son las dos razones por lo cual sufrirán: En primera tenemos las diversas restricciones a la movilidad de las personas impulsadas por los gobiernos en el mundo para reducir los efectos de la enfermedad, impactan la línea de flotación del turismo pues es evidente que sin movilidad no hay turismo y, por otra parte, la recesión económica de carácter global aparejada a la enfermedad que sufrirá una reducción en el ingreso disponible y el gasto de las familias y traerá consigo, también, una contención de los gastos de viajes de las empresas. Esto afectando al estilo de vida que tienen las personas en viajar.

La pandemia mundial de COVID-19 ha generado un impacto en la totalidad de las economías del mundo entero, afectando de maneras distintas en cada una de ellas de acuerdo con diversos factores, desde su nivel de desarrollo, de desigualdad social y hasta de acuerdo con su especialización productiva de cada economía. En este contexto, las economías locales y regionales mexicanas basadas predominantemente en el turismo han sido sumamente afectadas por la disminución de los flujos de turistas, tanto nacionales como extranjeros, disminuyendo el dinamismo y magnitud de su derrama económica, colapsando su nivel de empleo, ingreso, capacidad de compra e impidiendo su recuperación en el mediano plazo. Debido a esto, la investigación tiene por objetivo presentar un análisis de la vinculación entre la pandemia de COVID-19 y el deterioro de las economías de turismo en México (Rivas, Callejas y Nava, 2020)

Salinas (2021) señala el turismo mexicano fue una de las industrias mas golpeadas por el COVID-19, el balance realizado por el consejo Nacional Empresarial Turístico (CNET) revela que el país dejo de recibir mas de 20 millones de turistas extranjeros, que se supone una caída del 46% en visitas respecto a 2019. Por lo que se hace un pronóstico de recuperación a los niveles previos a la pandemia de 30 y 48 meses. Antes del coronavirus el turismo se venía registrando un aumento por año. El objetivo era seguir promocionando el destino mexicano en las principales ferias turísticas internaciones, con la vista puesta en el mercado chino, a la espera de recibir hasta 158,000 turistas desde el gigante asiático por lo que fue imposible con la llegada del nuevo coronavirus en Wuhan y las medidas de contingencia que los gobiernos tomaron para hacer frente a la pandemia, el turismo mundial recibió un duro golpe.

Mientras Valera (2020) informa que el COVID-19 comenzó afectar desde el 27 de febrero del 2020 y para ello la movilidad e interacción entre las personas se restrillen en su totalidad y a su vez el turismo se estimó una pérdida del 60 y 80% en cuestión a la llegada de turistas. Por lo que compartió que al menos en el destino turístico: “existe el riesgo de cerrar el 60% de los hoteles de manera permanente, y alrededor del 40% de restaurantes y los que vayamos a trascender esta epidemia tenemos retos muy importantes: tenemos que reinventar la manera en cómo proveemos nuestros servicios y aprender de esta gran crisis de salud”.

### Conclusión

Se puede observar que existen muchos estudios con variado contenido disponible al público en general para consultar acerca del tema del COVID-19 con la temática específica empresarial, por lo que se encuentran con una gran recopilación de este tema en la presente investigación, se ponen a disposición para que sea pronta la búsqueda y certera.



Es fácil perder el tiempo navegando en búsqueda de temáticas con sentido igual, pero como se proporciona en esta investigación ayuda a caer en este contratiempo. Las referencias expuestas se encontraron durante el proceso del análisis del estado del arte.

### Referencias Bibliográficas

- Abella, S. (2020). Turismo post COVID-19. El turismo después de la pandemia global análisis, perspectivas y vías de recuperación. Asociación Española de expertos científicos en Turismo, pp. 2-7.
- Aguirre, J. (2020). Caída del turismo por la COVID-19. Desafío para México y experiencias internacionales: Impactos a la actividad turística en México debido a la emergencia de la COVID-19. *Mirada Legislativa*, (186), pp. 1-16.
- Buzai, G. (2020). De Wuhan a Luján. *Evolución espacial del COVID-19*. Posición
- Centro de Investigación y Competitividad Turística Anáhuac y el Consejo Nacional Empresarial Turístico <CICOTUR Y CNET> (2020). Estimación De Las Afectaciones Al Turismo Mexicano En 2020 Como Consecuencia De La Pandemia De COVID-19. Docs. Google.
- Correa, F., Leiva, V. y Stumpo, G. (2018). *Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento*. Naciones Unidas.
- Gurrola, C. y Morales, J. (2021). *Actividad económica y rentabilidad: aprendizaje de las Crisis COVID-19 para empresas de consumo frecuente mexicanas*. Contaduría y administración 66(5).
- Hernández, M. (2020). *Características de las Mipymes en México*. Quickbooks intuit.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía <INEGI>. (2019). Presenta resultados de la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las MIPYMES (ENAPROCE) 2018. Gobierno de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía <INEGI>. (2022). *Turismo*.
- Lazo, D., Rodríguez, J., Amador, J., Ramírez, Z. y Lozano, E. (2020). *Economía digital, los efectos socioeconómicos en las Mipymes mexicanas*. Volumen 10. *XXVI verano de la ciencia*.
- Macías, J. (2020). Análisis de los efectos del COVID-19 en la economía mexicana. Universidad La Salle. Doi: OI: <http://doi.org/10.26457/recein.v14i53.2683>
- Maraboto, M. (12 de junio de 2020). El efecto COVID-19 en las pymes. En expansión.
- Marin, L. y Jimenez, R. (2018). El crecimiento turístico en México 2004-2017. *Revista Gestión Turística*, (30), 8-31. ISSN 0717-1811.
- Murillo, V., Almonte, L. y Carbajal Y. (2021) Impacto económico del cierre de las actividades no esenciales a causa del COVID-19 en México. Una evaluación por el método de la extracción hipotética.
- Organización Mundial de la Salud <OMS>. (2020). *Información básica sobre la COVID-19*. OMS.
- Organización Mundial del Turismo (UNWTO, 2020.a). World Tourism Barometer. (fecha de consulta: 4 de mayo de 2020).
- Pérez, D. Martín, S. Martínez, F. (2020). *Impacto económico de la covid-19 sobre la empresa*. COGITI.
- Posada, R., Aguilar, O. y Peña, N. (2016). *Análisis sistémico de la micro y pequeña empresa en México*. Pearson. [https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Lemus/publication/343893729\\_Capitulo\\_26\\_Analisis\\_sistemico\\_de\\_las\\_Mype\\_en\\_Valle\\_de\\_Santiago\\_Guanajuato/links/5f46d697a6f4cc14c5c8eacb/Capitulo-26-Analisis-sistemico-de-las-Mype-en-Valle-de-Santiago-Guanajuato.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Lemus/publication/343893729_Capitulo_26_Analisis_sistemico_de_las_Mype_en_Valle_de_Santiago_Guanajuato/links/5f46d697a6f4cc14c5c8eacb/Capitulo-26-Analisis-sistemico-de-las-Mype-en-Valle-de-Santiago-Guanajuato.pdf)
- Ramos, C. (2020). COVID-19: la nueva enfermedad causada por un coronavirus. *Salud Pública de México / vol. 62, no. 2, marzo-abril de 2020*.
- Rivera, C. (2020). *Efectos y expectativas en el sector empresarial mexicano durante el COVID-19*. Economía Actual.
- Rivas, J. Callejos, R. y Nava, D. (2020). Perspectivas del Turismo en el marco de la pandemia COVID-19. Bibliotecas Chiapas.
- Rodríguez, K., Ortiz, O., Quiroz, A. y Parrales, M. (2020). *Especial Covid-19: El e-commerce y las Mipymes en tiempos de Covid-19*. *Revista Espacio*, 41(42), 100-118, DOI: 10.48082/espacios-a20v41n42p09.
- Saavedra, M. y Hernández Y. (2008), *Caracterización e importancia de las Mipymes en Latinoamérica*. Actualidad Contable Faces. 11(17), pp. 122-134.
- Salinas, C. (2021). México cerró 2020 con una caída del 46% en el turismo internacional debido a la pandemia. La economía.
- Sánchez, A., Ramírez, E. y López F. (2021). Espacio fiscal y recuperación económica de la crisis producida en México por la pandemia del Covid-19. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Torres, J (2020). *¿Cuál es el origen del SARS-CoV2?*. IMSS.
- Valera, D. (2020). El COVID-19 y su impacto en el Sector Turismo. Alliance México.
- Velázquez, M. Rivero, M. (2020). *Las Mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas) y el COVID19 en la Región XI del oriente del Estado de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.

## Impacto De La Obesidad Sobre La Calidad Espermática Del Ratón

Jesús Zamora-Xochicale QFB<sup>1</sup>, Dra. María de Lourdes Reyes-Escogido<sup>2</sup>, Dr. Marco Antonio Hernández-Luna<sup>3</sup>, Dr. Sergio López-Briones<sup>4</sup>, Dra. Esmeralda Rodríguez-Miranda<sup>5</sup>

**Resumen**—En los últimos años la calidad espermática del hombre ha disminuido drásticamente. Al mismo tiempo, ha aumentado la prevalencia de obesidad a nivel mundial. La obesidad, también puede afectar la fertilidad masculina, sin embargo, la evidencia experimental y clínica no es concluyente. En este trabajo evaluamos el efecto de la obesidad sobre la concentración, viabilidad y la reacción acrosomal en espermatozoides de ratones alimentados con dieta normal y alta en grasa. Nuestros resultados muestran que el peso en el grupo con obesidad fue 4.8 gramos mayor que el peso del grupo sin obesidad. Por otro lado, la concentración, viabilidad y reacción acrosomal fue de 19.8 millones/mL, 87.1% y 72.2 % respectivamente en el grupo con obesidad, mientras que para el grupo sin obesidad fue de 24.0 millones/mL, 90.2 % y 77.0 %. Nuestros datos indican que la obesidad tiene un impacto negativo sobre la calidad espermática.

**Palabras clave**—Reacción acrosomal, obesidad, espermatozoide, viabilidad espermática, fertilidad masculina

### Introducción

La calidad espermática está estrechamente relacionada con la capacidad reproductiva masculina, la concentración total de espermatozoides, la viabilidad, la motilidad y la morfología, son los principales parámetros utilizados como indicadores de la calidad espermática y son clave para determinar el grado de fertilidad en el hombre. Además de la importancia de los parámetros ya mencionados, el proceso de fertilización requiere que el espermatozoide complete su camino fisiológico, el cual comienza con la maduración del espermatozoide en el epidídimo y que continúa dentro del sistema reproductor femenino con el proceso de capacitación el cual incluye, entre otras cosas, la hiperactivación de la motilidad del espermatozoide<sup>1</sup>, seguido del evento conocido como reacción acrosomal (RA) el cual es inducido en condiciones naturales tanto por glicoproteínas de la matriz extracelular que rodea al ovocito llamada zona pelúcida, como por la progesterona, sustancia secretada por el cumulus oóphorus, que son las células que protegen al ovocito. La RA es necesaria fecundación del ovocito<sup>2</sup>.

A lo largo del tiempo se han propuesto distintos factores que pueden afectar la calidad del espermatozoide de entre los cuales destacan la edad, problemas hormonales, temperaturas elevadas, inclusive la abstinencia sexual, así como el consumo de medicamentos, alcohol, tabaco y drogas o el contacto con químicos y tóxicos, sin dejar a un lado efecto que pueda generar el estrés<sup>3</sup>.

En los últimos años la calidad espermática del hombre ha disminuido drásticamente<sup>4</sup>, y a la par se ha reportado un aumento de la prevalencia de obesidad a nivel mundial, por lo que existe el interés en conocer si la obesidad también afecta la fertilidad masculina.

La obesidad es una enfermedad metabólica que se define como un acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, debido a que está asociada al desarrollo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Un índice de masa corporal (IMC) superior a 30 kg/m<sup>2</sup> se considera obesidad. La obesidad ha adquirido proporciones de epidemia, ya que más de 4 millones de personas mueren cada año a causa de este padecimiento<sup>5</sup>.

Aunque como se menciona anteriormente, la obesidad está asociada con distintos padecimientos adversos, su relación en la fertilidad masculina aún no está clara. La evidencia experimental y clínica señalan resultados inconsistentes, mientras unos muestran asociación y sugieren que la obesidad puede ser un factor que afecta

<sup>1</sup> QFB Jesús Zamora-Xochicale es estudiante en la Maestría en Investigación Clínica de la Universidad de Guanajuato, [j.zamoraxochicale@ugto.mx](mailto:j.zamoraxochicale@ugto.mx)

<sup>2</sup> Dra. María de Lourdes Reyes-Escogido es Profesora de la Universidad de Guanajuato y Coordinadora y tutor de la Maestría en Investigación Clínica, [ml.reyes@ugto.mx](mailto:ml.reyes@ugto.mx)

<sup>3</sup> Dr. Marco Antonio Hernández-Luna es Profesor adscrito al Departamento de Medicina y Nutrición de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guanajuato, [marco.hernandez@ugto.mx](mailto:marco.hernandez@ugto.mx)

<sup>4</sup> Dr. Sergio López-Briones es Profesor adscrito al Departamento de Medicina y Nutrición de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guanajuato, [lobrisug@ugto.mx](mailto:lobrisug@ugto.mx)

<sup>5</sup> Dra. Esmeralda Rodríguez-Miranda es Profesora adscrita al Departamento de Medicina y Nutrición de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guanajuato, [erodriguez@ugto.mx](mailto:erodriguez@ugto.mx) Autor corresponsal

negativamente la calidad espermática y por tanto a la fertilidad masculina<sup>6</sup>, en otros estudios no se ha encontrado tal relación.<sup>7</sup> Ante esto permanece el interés de seguir generando conocimiento para aumentar el entendimiento de cómo y a que nivel la obesidad afecta la fertilidad masculina. Estos datos aportarán información para proponer intervenciones que mejoren la calidad espermática.

A continuación, se presentan los resultados de la primera etapa de una investigación que busca determinar modificaciones a nivel molecular del espermatozoide a causa de la obesidad. El objetivo en esta fase inicial fue evaluar el efecto de la obesidad sobre la calidad espermática (concentración y viabilidad) y la RA utilizando espermatozoides de un modelo de ratón.

## Metodología

### *Inducción de obesidad*

La manipulación de los animales se realizó siguiendo las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999.

Se utilizaron ratones macho de la cepa C57BL/6 de 6 a 8 semanas de edad. Los animales se separaron en 2 grupos (dieta alta en grasas y dieta normal), manteniéndolos en jaulas limpias, a una temperatura constante ( $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ), en ciclos 12:12 horas (encendido de la luz a las 08:00 horas) de luz/oscuridad:

- 1) Grupo con dieta normal (Control), alimentación LabChow 5001 (4% de grasa, 14% de proteína y 82% de carbohidrato)
- 2) Grupo con dieta alta en grasa (con obesidad), alimentación con dieta alta en grasa (34.3% de grasa, 27.3% de proteína y 38.4% de carbohidrato)

Ambos grupos dispusieron de agua purificada para beber a libre demanda.

### *Determinación del peso de los ratones*

Los ratones de ambos grupos se pesaron semanalmente, tomando el peso inicial en semana cero y el final en la semana 10.

### *Sacrificio del modelo animal*

Para evitar el sufrimiento de los ratones, éstos se sacrificaron por dislocación cervical, el personal que realizó este procedimiento cuenta con la habilidad y experiencia suficiente para llevarlo a cabo.

### *Obtención de muestra por Swim up*

Los espermatozoides de ratones se extrajeron de los epidídimos de acuerdo con lo reportado por Tulsiani et al<sup>8</sup>. Las células móviles se obtuvieron por la técnica de swim up en medio Whitten's capacitante con pH de 7.4 (en mM: 100 NaCl, 4.4 KCl-L-lactato, 0.80 Piruvato de sodio, 1.2  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 1.2  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 5.4 Glucosa, 20.0 HEPES, 1.71  $\text{CaCl}_2$ , 15  $\text{NaHCO}_3$ - y 3mg/mL de Albumina de suero bovina). El epidídimo con varios cortes se colocó en una placa que contenía previamente 1.5 ml de medio. Después de 15 minutos se tomó una alícuota de 1.2 mL para continuar con la capacitación y se cuantificó el número de células con la ayuda de una cámara de Neubauer.

### *Determinación de la viabilidad espermática*

Este parámetro se evaluó mediante tinción con azul tripano 4%, en donde el paso del colorante a través de la membrana plasmática del espermatozoide es un indicativo de la integridad y funcionalidad que se pierde cuando la célula inicia su proceso de muerte. Sobre un cubreobjetos se colocó una gota de espermatozoides y una gota de la solución colorante. Después de 1 a 2 minutos se observó al microscopio y se realizó el conteo de células reportando como porcentaje de células vivas.

### *Inducción de capacitación y reacción acrosomal*

El porcentaje de reacción acrosomal se determinó mediante tinción con azul Coomassie G-250 como lo describe Visconti et al<sup>9</sup>.

- 1.- Los espermatozoides se incubaron a  $37^\circ\text{C}$  durante 45 min en condiciones capacitantes (con BSA,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ) después de este tiempo se adicionó  $40 \mu\text{M}$  de progesterona y se continuó con la incubación por 60 minutos más.
- 2.- Terminado el tiempo de incubación, se añadió solución fijadora (formaldehído al 10% en buffer de fosfatos (PBS)) para detener la reacción acrosomal.
- 3.- La muestra se centrifugó durante 10 min a  $750 \times g/4^\circ\text{C}$ .
- 4.- Se eliminó el sobrenadante y el paquete celular se resuspendió en 50  $\mu\text{L}$  de PBS 1X.

- 5.- Se tomaron 20  $\mu$ L de suspensión y se colocaron sobre portaobjetos de vidrio y se dejó secar al aire.
- 6.- A continuación, los portaobjetos se tiñeron con azul de Coomassie G-250 al 0,22% en metanol al 50% y ácido acético glacial al 10% durante 1 minuto y se enjuagaron suavemente con agua desionizada.
- 7.- Se secaron al aire libre, para posteriormente observar la muestra en el microscopio. Las células no reaccionadas fueron aquellas en las que se observó el acrosoma teñido en azul, mientras que los espermatozoides reaccionados no se observa el acrosoma.
- 8.- Se contaron por lo menos 200 espermatozoides para determinar el porcentaje de reacción acrosomal.

#### *Análisis estadístico*

Los datos se analizaron utilizando el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, versión 21.0, SPSS Inc, Chicago, Illinois, EE. UU.).

A cada variable cuantitativa se le aplicó una prueba de normalidad Shapiro Wilk. Al seguir una distribución normal, los resultados se presentan como media  $\pm$  error estándar. Para la diferencia entre grupos de variables cuantitativas se utilizaron la prueba estadística t de student para muestras independientes. La significancia estadística se estableció como  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

#### *Peso de los ratones*

El peso que se registró a las 10 semanas de inducción de obesidad fue mayor en el grupo con dieta alta en grasas siendo esta diferencia con respecto al grupo con dieta normal estadísticamente significativa,  $29.9 \pm 2.2$  vs  $25.1 \pm 1.7$  gramos,  $p < 0.05$ . (Fig. 1)

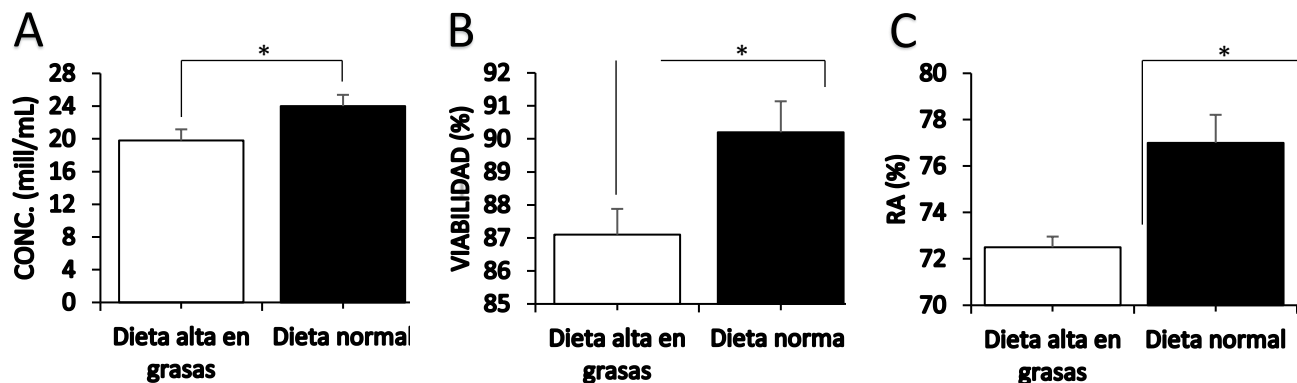


**FIGURA 1.** (A) Monitoreo de peso (g) durante 10 semanas. Grupo con dieta alta en grasa (n=9) y del grupo con dieta normal (n=8). Los valores representan la media  $\pm$  EE. (B) Imagen comparativa entre un ratón con obesidad y uno sin obesidad a la semana 10 con dietas distintas. (C) Peso en gramos a la semana 10. Grupo con dieta alta en grasa (n=9) y del grupo con dieta normal (n=8). Los valores representan la media  $\pm$  EE. \*  $p < 0.05$  por T de student.

#### *Efecto de la obesidad en la concentración, viabilidad y reacción acrosomal en espermatozoides de ratón*

La concentración de espermatozoides (millones/mL) en el grupo de dieta alta en grasas fue de  $19.8 \pm 3.9$  millones/mL, menor a la concentración en el grupo con dieta normal que fue de  $24.0 \pm 3.9$  millones/mL, siendo esta diferencia estadísticamente significativa  $p < 0.05$ . (Fig. 2A)

Respecto a la viabilidad de los espermatozoides, el grupo con dieta alta en grasas fue significativamente menor que el porcentaje del grupo con dieta normal,  $87.1 \pm 2.1$  % y  $90.2 \pm 2.4$  % respectivamente,  $p < 0.05$ . (Fig. 2B). Por ultimo, el porcentaje de reacción acrosomal inducida por progesterona fue de  $72.2 \pm 2.1$  % en el grupo de dieta alta en grasa y de  $77.0 \pm 3.0$  % en el grupo con dieta normal, siendo esta diferencia estadísticamente significativa  $p < 0.05$ . (Fig. 2C)



con dieta normal (n=8). Los valores representan la media  $\pm$  EE. \*  $p < 0.05$  por T de student. (B) Viabilidad de espermatozoides (%). Grupo con dieta alta en grasa (n=8) y del grupo con dieta normal (n=6). Los valores representan la media  $\pm$  EE. \*  $p < 0.05$  por T de student. (C) Reacción acrosomal (%) inducida con progesterona. La barra blanca representa al grupo con dieta alta en grasa (n=8) y la barra negra representa el grupo con dieta normal (n=6). Los valores representan la media  $\pm$  EE. \*  $p < 0.05$  por T de student.

## DISCUSIÓN

En este estudio nuestro objetivo inicial fue determinar el efecto de la obesidad sobre ciertos parámetros espermáticos, para lo cual establecimos con éxito un modelo de ratón con obesidad inducido con una dieta elevada en grasas, lo cual llevo principalmente a un aumento significativo del peso corporal en comparación con el grupo control.

Nuestros datos mostraron que la obesidad tuvo un efecto sobre la concentración, la viabilidad y la reacción acrosomal de los espermatozoides.

Estos hallazgos concuerdan con estudios anteriores, tanto experimentales como clínicos, que muestran un deterioro notable de la función de los espermatozoides, incluyendo una menor concentración de espermatozoides en muestras seminales evaluadas en personas con obesidad<sup>10</sup>, así como una disminución en la viabilidad de espermatozoides en ratones con obesidad inducida<sup>11</sup>. De igual manera nuestros resultados coinciden con investigaciones que muestran una disminución de la reacción acrosomal en ratones y humanos con obesidad lo cual posiblemente impacte su grado de fertilidad<sup>12,13</sup>.

Es preciso señalar que, así como existen resultados consistentes con nuestros datos otros no lo son, pero consideramos que los hallazgos presentados aquí contribuyen a la literatura sobre los efectos adversos de la obesidad sobre la calidad del espermatozoide, ofreciendo información adicional en busca de comprender el impacto de la obesidad en la disminución de la tasa de fertilidad en sujetos con este padecimiento.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que el grupo de ratones con una dieta alta en grasas que desarrollaron obesidad presentaron una disminución en la concentración y la viabilidad de los espermatozoides comparado con el grupo con dieta normal.

En el mismo sentido, teniendo en cuenta que la reacción acrosomal es un proceso fisiológico necesario en el espermatozoide para que se lleve a cabo la fecundación (unión espermatozoide-ovocito), este estudio demostró que el porcentaje de reacción acrosomal inducida con progesterona en el modelo con dieta alta en grasas es significativamente menor comparado con el modelo con dieta normal.

Por lo anterior se puede concluir que la obesidad impacta negativamente en la calidad espermática y la reacción acrosomal.

El conocimiento de que la obesidad es una condición que afecta la reproducción masculina puede abonar a la toma de decisiones y cambios en el estilo de vida del hombre que lleven a mejorar su calidad espermática con la producción de espermatozoides saludables.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para realizar la Maestría en Investigación Clínica al estudiante Jesús Zamora Xochicale con numero de CVU 1100214. A la División de Ciencias de la Salud por el apoyo otorgado.

## REFERENCIAS

1. Topfer\_Petersen E. Carbohydrate-based interactions on the route of a spermatozoon to fertilization. *Hum Reprod Update* 1999;5:314-329.
2. Patrat C, Serres C, Jouannet P. The acrosome reaction in human spermatozoa. *Biol Cell* 2000;92:255-266.
3. Anawalt BD, et al. Causes of male infertility. <https://www.uptodate.com/contents/causes-of-male-infertility>. Acceso el 04 de abril de 2022.
4. Levine H et al. Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis. *Hum Reprod Update* 2017;23: 646–659.
5. Organización Mundial de la Salud. (2021). Sobrepeso y obesidad. [https://www.who.int/es/health-topics/obesity#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/obesity#tab=tab_1). Acceso el 01 de abril de 2022.
6. Rufus O, James O, Michael A. Male obesity and semen quality: Any association?. *Int J Reprod Biomed*. 2018;16(4):285-290.
7. Guo D, Wu W, Tang Q, et al. The impact of BMI on sperm parameters and the metabolite changes of seminal plasma concomitantly. *Oncotarget*. 2017;8(30):48619–48634
8. Tulsiani DR, Skudlarek MD, Orgebin-Crist MC. Novel alpha-D-mannosidase of rat sperm plasma membranes: characterization and potential role in sperm-egg interactions. *J Cell Biol*. 1989;109(3):1257-67.
9. Visconti, P. E., Galantino-Homer, H., Ning, X., Moore, G. D., Valenzuela, J. P., Jorgez, C. J., Alvarez, J. G., & Kopf, G. S. Cholesterol efflux-mediated signal transduction in mammalian sperm. beta-cyclodextrins initiate transmembrane signaling leading to an increase in protein tyrosine phosphorylation and capacitation. *The Journal of biological chemistry*. 1999;274(5), 3235–3242.
10. Maghsoumi-Norouzabad et al. The impact of obesity on various semen parameters and sex hormones in Iranian men with infertility: A Cross-Sectional Study. *Research and Reports in Urology* 2020;12 357–365
11. Ouvrier A., Alves G., Damon-Soubeyrand C. et al. Dietary cholesterol-induced post-testicular infertility. *PLoS ONE* 6(11), 2011 e26966.
12. Fan, Y., Liu, Y., Xue, K., Gu, G., Fan, W., Xu, Y., et al. Diet-induced Obesity in male C57BL/6 mice decreases fertility as a consequence of disrupted blood testis barrier. *PLoS ONE* 14:e0120775. 2015 doi: 10.1371/journal.pone.0120
13. Jinous Samavat, M, et al. Acrosome reaction is impaired in spermatozoa of obese men: a preliminary study. *Fertility and Sterility*®. 2014;102(5), 1274-1281.



# Investigación sobre el Modelo Matemático y Análisis Factorial para Explicar el Crecimiento de Setas Comestibles de *Pleurotus ostreatus*

Juárez-Santillán Luis Felipe<sup>1,2</sup> Reyes-Gómez Juan Pablo  
Martínez Resendiz Georgina<sup>3</sup> y López-García Susana Astrid<sup>4</sup>

**Resumen**— La implementación de un modelo matemático, ya sea para explicar crecimiento vegetal o producción, son de suma importancia, ya que permiten predecir y controlar variables relacionadas con el cultivo de estudio. El principal objetivo de este trabajo fue explicar el crecimiento de setas comestibles a partir del modelo logístico, así como realizar un análisis factorial para conocer la relación entre las variables analizadas. En el trabajo se desarrollaron 10 tratamientos (3 con cada sustrato sin ajuste de pH; 3 con cada sustrato y ajustando el pH; 3 con mezcla 50:50 de cada sustrato, ajustando el pH y 1 con una mezcla de 33:33:33 de cada sustrato ajustando el pH); con las variables analizadas, se desarrolló el modelo logístico, así como la correlación de Pearson y Análisis Factorial. Los principales resultados indican que el crecimiento de setas comestibles se ajusta al modelo logístico, en cuanto a la correlación de Pearson y análisis factorial se puede decir que el mejor tratamiento es el 10, debido a que las variables relacionadas con producción se agrupan con este tratamiento. La información obtenida permitirá que en estudios futuros se puedan hacer predicción de producción, así como controlar las variables que tienen relación directa con esta.

**Palabras clave**— modelo logístico matemático, setas comestibles, análisis factorial, *Pleurotus ostreatus*, setas comestibles.

## Introducción

Obtener un modelo matemático, que permita predecir el crecimiento de alguna especie vegetal, resulta interesante para determinar tiempos en los cuales se necesitan micro o macronutrientes. *Pleurotus ostreatus* es un hongo de fácil manejo, del cual se obtienen setas comestibles como una alternativa en la dieta del ser humano. El estudio matemático de crecimiento vegetativo en todo tipo de cultivos es necesario, para lo cual se debe considerar un modelo matemático que incluya la fórmula explícita, el considerado y finalmente ser aceptada [1 y 2]. Gran parte de los estudios de modelos matemáticos se han enfocado en crecimiento poblacional, propagación de un virus y pocos estudios se han dedicado a modelos matemáticos enfocados al área vegetal. Para realizar un modelo matemático en especies vegetales es importante considerar las funciones, procesos e interacciones del objeto de estudio; en el inicio de cultivo, el crecimiento se da bruscamente, posteriormente el crecimiento disminuye hasta alcanzar un máximo, este comportamiento da como resultado una curva sigmoide [3, 4, 5 y 6]. Para estudiar este tipo de curvas, se ha planteado el modelo logístico. Varios modelos de crecimiento poblacional, suponen que los recursos son inagotables, sin embargo, en una población, esto son limitados y en cuanto a un cultivo, éste siempre cumple un ciclo; por lo que una población y un cultivo no pueden crecer de forma indefinida [7]. Los modelos matemáticos que permiten explicar el crecimiento de especies vegetales han sido los exponenciales, sigmoides y modelos de Malthus, por mencionar algunas. En la actualidad el modelado matemático aplicado a especies vegetales se está empleando para predecir rendimiento de cultivo, así como para calcular riesgos en pérdidas de producción. La modelación matemática permite estimar los parámetros de los procesos biológicos, y realizar proyecciones futuras de los resultados productivos, la misma constituye una herramienta muy útil para poder desarrollar una agricultura eficiente. Su correcta utilización facilita tomar decisiones certeras, por lo que su empleo constituye una vía efectiva para modelar el crecimiento de pastos y forrajes [8]. Este trabajo tiene por objetivo explicar el crecimiento de setas comestibles a partir del modelo sigmoide o expo-lineal, el cual permita determinar un mejor manejo de este cultivo sustentable, así como, desarrollar un análisis factorial que permita determinar que variables influyen directamente en el crecimiento de setas comestibles. Los resultados de esta investigación, servirán para estudios posteriores, en los cuales se puedan manipular de una mejor forma las variables, lo que permitirá una mayor producción.

## Descripción del Método

### *Siembra y crecimiento*

Se emplearon tres diferentes sustratos (Paja, hoja de plátano y maíz) con los cuales se realizó un diseño de experimentos simplex de centroide. En la Figura 1, se observa el diseño simplex centroide con  $p=3$  componentes que consta de 7 puntos (Montgomery, 2004). Los sustratos fueron previamente secados y esterilizados [9]. Posteriormente

<sup>1</sup> Juárez Santillán Luis Felipe, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

<sup>2</sup> Reyes Gómez Juan Pablo, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

<sup>3</sup> Martínez Resendiz Georgina, Instituto Tecnológico Superior de Misantla

<sup>4</sup> López García Susana Astrid, Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, autor correspondiente

se agregaron 50 g de micelio en 2 kg de sustrato húmedo, esparciéndolo homogéneamente. Después se añadió la mezcla a una bolsa de plástico transparente se selló y rotuló [10, 11 y 12]. Una vez que emergieron los primordios se inició con la medición del tamaño de sombreros de las setas en periodo de seis días; las variables analizadas después de la cosecha fueron: número de primordios (NP), cosecha, sólidos totales (ST), cenizas (C), sólidos biodegradables (SB), humedad de la seta (H), tamaño de sombrero del día uno al seis (TS1-TD6), temperatura ambiente (TA) y humedad relativa (HR).

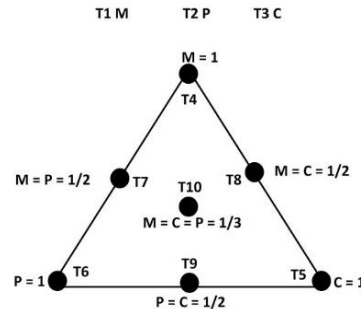


Figura 1. Diseño de experimento simplex de centroide.

Del diseño de experimentos realizado, se obtuvieron siete tratamientos y se realizaron tres más empleando sólo los sustratos puros [9].

Desarrollo de la Ecuación diferencial a partir de un modelo logístico

Se planteo la siguiente ecuación:

$$\frac{dc}{dt} = kC(1 - \alpha) \text{-----Ec. 1}$$

K = constante de crecimiento

C = tamaño inicial

$\alpha$  = fracción de crecimiento

$$\alpha = \frac{C1}{cmax} \text{-----Ec. 2}$$

C1 = crecimiento en determinado tiempo

cmax = Tamaño máximo alcanzado

La ecuación 2 se sustituye en ecuación 1

$$\frac{dc}{dt} = kC \left(1 - \frac{C1}{cmax}\right) \text{-----Ec. 3}$$

La ecuación 3, se resolvió por el método de variables separables. Correlación de Pearson y Análisis factorial  
Con las variables analizadas (NP, cosecha, ST, C, SB, H, TD1-TD6, TA y HR) se realizó una correlación de Pearson y un análisis factorial que permitieron determinar que variables influyen en el crecimiento de setas comestibles, se empleó el programa estadístico SPSS versión 26. Los datos empleados para estos análisis se tomaron de Vázquez-Vázquez et. al., 2020.

### Comentarios Finales

Después de integrar la ecuación 3, se obtuvieron las ecuaciones que aparecen en la tabla 1. Las ecuaciones obtenidas para cada tratamiento, indican que el crecimiento de setas comestibles de *Pleorotus ostreatus* se puede explicar por el modelo logístico (Tabla 1). Los valores de R<sup>2</sup> (tabla 1), indican que el modelo logístico se ajusta bien al crecimiento de este tipo de cultivo. Hasta la fecha no hay reportes de estudios enfocados a modelar crecimiento de este tipo de especies vegetales.

**Tabla 1. Ecuaciones de modelos logístico y valores de R<sup>2</sup> para cada tratamiento**

Tratamiento	Ecuación de modelo logístico	R <sup>2</sup>
T1	$y = \frac{8.10}{1 + 36.35 e^{-1.49x}}$	0.9921
T3	$y = \frac{12.60}{1 + 10.07 e^{-0.93x}}$	0.9948
T4	$y = \frac{8.21}{1 + 13.58 e^{-1.52x}}$	0.9943
T5	$y = \frac{8.27}{1 + 14.00 e^{-1.43x}}$	0.9966
T6	$y = \frac{9.60}{1 + 12.49 e^{-1.29x}}$	0.9984
T7	$y = \frac{8.10}{1 + 13.03 e^{-1.26x}}$	0.9992
T8	$y = \frac{8.41}{1 + 7.91 e^{-0.88x}}$	0.9931
T10	$y = \frac{7.87}{1 + 10.93 e^{-1.32x}}$	0.9987

En la figura 1, se muestra el crecimiento de las setas comestibles en los diferentes sustratos empleados, se puede observar que sigue un crecimiento de tipo logístico. El crecimiento logístico se puede simular haciendo uso de modelos logísticos, los cuales puedan integrar la cinética fotosintética en la tasa de crecimiento [13]. El crecimiento de plantas es un proceso mecánico. Los modelos matemáticos sirven para explicar el comportamiento y crecimiento de poblaciones, sin embargo, en el área vegetal hace falta información para promover reconocimiento mutuo en todas las disciplinas. El modelado puede describir crecimiento y morfogénesis. La colaboración interdisciplinaria permite abordar temas para comprender el crecimiento de plantas [14].

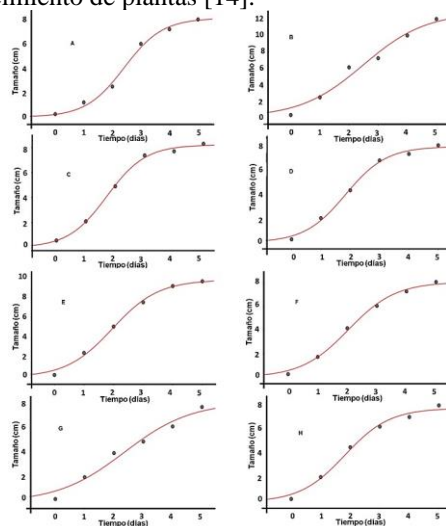


Imagen 1. Graficas de modelo logístico por tratamiento: A) Hoja de plátano; B) paja de cebada; C) maíz; D) hoja de plátano; E) paja de cebada; F) maíz/paja; G) plátano maíz; H) paja de cebada/maíz/hoja de plátano. Los puntos grises representan los datos obtenidos experimentalmente y las líneas rojas se obtuvieron de las ecuaciones de cada tratamiento (Tabla 1).

Todos los tratamientos se ajustan al modelo logísticos matemático, lo que permite que este modelo puede ser empleado para explicar el crecimiento de setas comestibles.

Villegas et al., 2019, compararon modelos no lineales para describir el crecimiento de plantas con base en la producción de materia seca, los resultados indicaron que cuatro modelos están relacionados con el rendimiento; el modelo Gompertz muestra una debilidad frente al resto, los modelos de Von Betelanffy y Brody mostraron que su

implementación no es conveniente y en cuanto al modelo logístico es aplicable en periodos de sequía; en general los modelos no lineales se relacionan con el crecimiento máximo. Indicando que el uso de modelos matemáticos aplicados a crecimiento vegetal, se deben seguir implementando, ya que ayudarán en la predicción de rendimiento enfocado en producción, así como en el control de variables que intervienen en el desarrollo del cultivo.

#### Correlación de Pearson

La correlación es una asociación entre dos variables, esta relación puede ser positivas, lo que indica que, si una variable aumenta, la otra también; o negativa, indicando que si una disminuye la otra aumenta. La correlación toma valores que van de -1 a 1 [16]. En la tabla 2, se muestra el análisis de correlación de Pearson, hay correlaciones positivas significativas entre los diámetros de la seta, lo cuales resultan lógicos, ya que ellos dependen entre sí. El número de primordios presenta una correlación significativa y negativa (-0.41) con la temperatura ambiente, lo que indica que si la temperatura aumente el número de primordios disminuye, por lo que es importante mantener este parámetro en valores adecuada al inicio del establecimiento del cultivo y hasta la aparición de los mismos. El tamaño de diámetro inicial, presenta una correlación positiva (0.89) con la cosecha, lo que indica que, si desde un inicio la seta es de buen tamaño y si las condiciones son las adecuadas, habrá una buena producción y de aquí la correlación positiva (0.41) entre la cosecha y las cenizas. La correlación significativa y negativa (-1.00) entre los sólidos totales y humedad, se puede explicar debido a que la humedad, si bien genera un efecto positivo en el tamaño de la seta, este no se ve reflejado en la cantidad de sólidos totales, por lo que se debe tener control de este parámetro para tener una seta adecuada de tamaño. La correlación negativa entre ST con TD4 y TD5 (-0.58 y -0.49, respectivamente), se podría justificar posiblemente que en esto días de crecimiento es cuando alcanza la mayor madurez la seta, por lo que es cuando más control de humedad debe haber. La correlación positiva entre la cosecha y TD1, indica que será crucial el tamaño inicial de la seta, para estimar una buena o mala producción.

Tabla 2. Correlación de Pearson

	NP	P	ST	C	SB	H	TD1	TD2	TD3	TD4	TD5	TD6	TA	HR
NP	1													
P	0.01	1												
ST	0.15	-0.03	1											
C	-0.11	<b>0.41*</b>	0.33	1										
SB	0.19	-0.17	0.93**	-0.04	1									
H	-0.14	0.02	<b>-1.00**</b>	-0.33	<b>-0.93**</b>	1								
TD1	-0.04	<b>0.89**</b>	-0.14	<b>0.43*</b>	-0.30	0.14	1							
TD2	-0.18	-0.15	0.03	-0.04	0.05	-0.03	-0.27	1						
TD3	-0.03	-0.31	-0.11	0.09	-0.15	0.11	<b>-0.42*</b>	<b>0.84**</b>	1					
TD4	-0.27	-0.12	<b>-0.58**</b>	0.24	<b>-0.72**</b>	<b>0.58**</b>	-0.03	<b>0.41*</b>	<b>0.58**</b>	1				
TD5	0.12	-0.26	<b>-0.49*</b>	-0.11	<b>-0.50*</b>	<b>0.49*</b>	-0.32	<b>0.42*</b>	<b>0.69**</b>	<b>0.75**</b>	1			
TD6	0.20	-0.23	-0.27	-0.15	-0.24	0.27	-0.37	<b>0.45*</b>	<b>0.73**</b>	<b>0.48*</b>	<b>0.91**</b>	1		
TA	<b>-0.41*</b>	0.33	-0.36	0.16	<b>-0.44*</b>	0.36	0.29	<b>0.44*</b>	<b>0.42*</b>	<b>0.48*</b>	0.33	0.29	1	
HR	0.18	-0.04	0.17	0.18	0.10	-0.17	0.11	-0.10	-0.12	0.05	-0.11	-0.16	0.09	1

NP= número de primordios, P= Producción, ST= Sólidos totales, C= Cenizas, SB= Sólidos biodegradables, H= Humedad, TD=Diámetro de seta del día 1 al 6, TA= Temperatura ambiente, HR= Humedad relativa.

#### Análisis Factorial

El análisis factorial tiene por objetivo explicar la posible correlación entre ciertas variables, a partir de la reducción de variables, a un tamaño manejable. Para hacerlo, utiliza una serie de combinaciones lineales de las observadas con otras que no son visibles [17]. En la imagen 2, se observa el análisis factorial, el cual se realizó con el F1 y F2, los cuales explican un 49.49 % de la varianza, además de que con estos factores se pueden observar mejor la relación tratamiento producción. El análisis factorial (Imagen 2), se pueden hacer tres agrupaciones, estas se hicieron tomando en cuenta el valor absoluto más pequeño y significativo que aparece en la correlación de Pearson (0.41). Con base en esto se puede ver un primer grupo en donde se agrupan los sólidos totales y biodegradables, indicando la dependencia que positiva que tienen estos entre sí. Un segundo grupo es el que presentan los T1 y T10 con la cosecha, TD1 y TA; indicando T1 y T2 son los tratamientos en los que se presentó la mayor cosecha y que la temperatura y el tamaño de diámetro de las setas al inicio es muy importante para obtener una buena producción. Un tercer grupo con T5, T6 con TD4, TD5 y contenido de humedad; esto indica que T5 y T6 son los tratamientos que presentan el mayor contenido de humedad, pero esto no refleja que la humedad favorezca la cosecha o el contenido de sólidos.

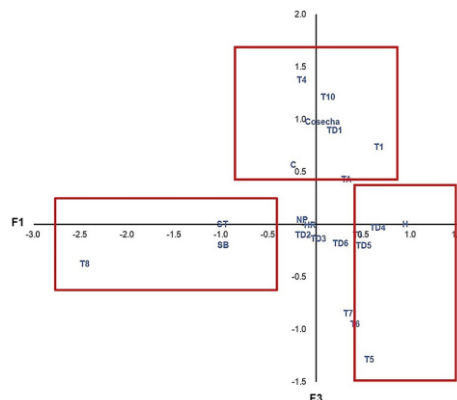


Imagen 2. Análisis factorial entre F1 y F3, explicando el 49.49 % de la varianza  
NP= número de primordios, P= Producción, ST= Sólidos totales, C= Cenizas, SB= Sólidos biodegradables

### Conclusiones

El modelo logístico se ajusta al crecimiento de setas comestibles, esto servirá para que en estudios futuros se pueda tener un mejor manejo en las variables que afectan el crecimiento. El análisis factorial indica que la variable cosecha se agrupa de una mejor forma con el T10, lo que se sugiere es que, este es mejor que el sustrato empleado en el tratamiento para la producción de setas comestibles.

### Recomendaciones

### Referencias

- [1] E. Parra, G. Wilson y J. P. Wilson. Modelos de Crecimiento Poblacional: Enseñanza-Aprendizaje desde las Ecuaciones Recursivas. Formación Universitaria, 12 (1) 25-34, 2019.
- [2] L. Cao, P. J. Shi, L. Li y G. Chen. A New Flexible Sigmoidal Growth Model. Symmetry, 11, 204, 2019. Doi :10.3390/sym11020204
- [3] M. Sámano. Aplicación de la regresión polinomial en el modelo de crecimiento hocico-cloaca en relación con el peso en iguana negra, Ciencia y Mar XIII, 21-28 (2009). Quiñonez-Velázquez & Gómez-Muñoz, Crecimiento individual de larvas de la anchoveta norteña, CalCOFI Rep. XXVII, (1986). Cedillo-Filho, Crecimiento y producción de repollo en función de la densidad de población y nitrógeno, Agrociencia 45, No. 5, 2011.
- [4] G. A. F. Seber, y C. J. Wild. Nonlinear Regression, (John Wiley and Sons, Auckland, New Zelanda, 2000), pp. 325-365. Bethea, R. M., Duran B. S. & Boullion, T. L., Statistical Methods for Engineers and Scientist. Marcel Dekker, Inc., New York, 1985.
- [5] M. B. Priestley. Non-linear and non-stationary time series analysis. London: Academic Press. 237 p. 1988.
- [6] J. Hammond. Growth and the development of mutton qualities in the sheep. London: Oliver & Boyd. 597 p, 1982.
- [7] C. C. Xavier, del C. de G. María y C. S. ARMANDO. Introducción a los modelos matemáticos de crecimiento con aplicaciones en sistemas biológicos. UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 2009.
- [8] G. G. B. Gasca, V. M. Herrera, P. C. Padilla y B. C. W. Walkiria. Modelos matemáticos para describir la producción de biomasa de la Moringa oleifera. Ciencia Universitaria. 16(1), 2018.
- [9] M. G. Vázquez-Vázquez, L. F. Juárez-Santillán, F. A. Aguilar-Aguilar, G. Martínez-Reséndiz, J. de J. López-Ceballos y J. P. Reyes-Gómez. Evaluación de diferentes sustratos agroresiduales para la producción de pleurotus ostreatus RINDERESU vol. 4 (1-2): 103-118, 2020.
- [10] E. Loss, A. R. Royer, y A. C. Barana. Use of maize wastewater for the cultivation of the Pleurotus spp. mushroom and optimization of its biological efficiency. Journal of Hazardous Materials, 166(2-3), 1522-1525, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.014>
- [11] M. T. Verner, Q. S. Madeline, y Á. H. Cristian. Utilización de Residuos Forestales Lignocelulósicos para Producción del Hongo Ostra (Pleurotus ostreatus). Información Tecnológica. Vol. - 21 N<sup>o</sup> 2. 13-20, 2010.
- [12] M. H. Romero, M. A. Damián, A. M. Tapia, J. F. Parraguirre y J. Juárez. Evaluación de la capacidad productiva de Pleurotus ostreatus con el uso de hojas de plátano (Musa paradisiaca L., cv. roatan) deshidratada, en relación con otros sustratos agrícolas. Agronomía costarricense 53-63: 0377-9224, 2010.
- [13] T. Kawano, N. Wallbridge y C. Plummer. Logistic Models for Simulating the Growth of Plants by Defining the Maximum Plant Size as the Limit of Information Flow, Plant Signaling & Behavior, 2020. DOI: 10.1080/15592324.2019.1709718
- [14] T. Euan, S. J. Luo y J. Rosemary. Dyson., Mathematical principles and models of plant growth mechanics: from cell wall dynamics to tissue morphogenesis Journal of Experimental Botany, Vol. 70, No. 14 pp. 3587-3599, 2019.



[15] Villegas, D., Valbuena, N. & Milla, M. Evaluación de modelos aplicados a la producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* en el periodo lluvioso. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 36(1), 33-45, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.96>[16]. J. L. Rodgers y W. A. Nicewander. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *Am Stat.*, 42:59-66. 1988.

[17] C. Méndez-Martínez y M. A. Rondón-Sepúlveda., Introducción al análisis factorial exploratorio *Rev. Colomb. Psiquiat.*, 41 (1), 2012.

### Notas Biográficas

**Dr. Luis Felipe Juárez Santillán**, terminó los estudios de doctorado en Química en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ha publicado varios artículos en revistas con Issn, enfocadas al área ambiental, uso de fitohormonas, su publicación más citada es: Identificación de plantas acumuladoras de manganeso en Molango, México. Actualmente trabaja con promotores de crecimiento vegetal y con plantas tolerantes a cromo.

La **Dra.Susana Astrid López García** es profesora de Ciencias Basicas en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos. Sus artículos han aparecido en revistas y libros con registro ISBN Y ISSN mas de 14 articulos revistas revisadas por pares, ha realizado 32 ponencias en congresos nacionales, presentó una conferencia magistral en el Congreso de Redes Academicas el el año 2021.