

# MADUREZ SEXUAL DEL PEZ LEÓN (*Pterois volitans*) EN EL PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Biol. Emmanuel Velasco-Villalobos<sup>1</sup>, Dra. Elizabeth Valero-Pacheco<sup>2</sup>,  
Dr. Luis Gerardo Abarca-Arenas<sup>3</sup>

**Resumen**—En este estudio se determinó la madurez sexual de 127 peces león de la especie *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) capturados en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV), para esto se tomaron los datos biométricos (longitud total, longitud patrón y peso) y se realizó un análisis histológico de las gónadas de cada ejemplar, para determinar sexo y fase de madurez. Se observaron dos de las fases de madurez propuestas por Nikolski (1963), y Holden y Raitt (1975), se logró diferenciar entre organismos juveniles y adultos; hembras y machos. Los resultados obtenidos fueron 56 hembras de éstas 33 se encontraron en la fase III y 23 en la fase IV de madurez sexual y 71 machos de éstos 35 se encontraron en la fase III y 36 en la fase IV. Todos los peces capturados ya eran maduros sexualmente con tallas de 102 mm a 405 mm.

**Palabras clave**—*Pterois volitans*, Pez león, PNSAV, Madurez sexual.

## Introducción

El establecimiento de *Pterois volitans* en las costas del Golfo de México representa una grave amenaza para las especies de peces, crustáceos y moluscos en general para la dinámica del ecosistema marino debido a sus características biológicas como: su capacidad de desovar hasta cada 2-3 días durante todo el año (Gardner *et al.*, 2015), una fecundidad anual media de dos millones de huevecillos, un estado larval con duración de veinticinco a cuarenta días, que permanece en el zooplancton y su dispersión por medio de las corrientes marinas (Morris y Whitfield, 2009). Puede encontrarse en lagunas costeras, manglares, arrecifes de coral y cerca del fondo marino hasta los doscientos metros de profundidad (Ruiz-Carus *et al.*, 2006). En su distribución natural la talla máxima reportada es de treinta centímetros, a diferencia del mar Caribe donde ya se reportan tallas de treinta y nueve centímetros (Edwards *et al.*, 2014), además al ser beneficiado por la falta de depredadores naturales que puedan controlar sus poblaciones en el océano Atlántico, este puede alimentarse con total libertad en las costas y arrecifes veracruzanos.

## Descripción del Método

### Toma de muestras

Los peces fueron capturados con arpón en la parte sur del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) por pescadores artesanales de Antón Lizardo, Veracruz (Fig. 1). Las medidas biométricas que se tomaron en cada pez fueron: Longitud total (LT) en milímetros, Longitud patrón (LP) en milímetros y Peso (W) en gramos, para esto se utilizó un ictiómetro y una balanza analítica de 20 g a 4 kg, respectivamente. Al finalizar la toma de datos, los peces fueron disectados longitudinalmente, desde el ano hasta la base de las aletas pectorales para localizar y extraer las gónadas.

### Determinación de Sexo y Madurez Sexual

Se analizó la gónada por individuo, tomando datos de tamaño, color e histología de las células. Para analizar la histología de las células gonádicas se tomó una pequeña porción de tejido gonádico, colocándolo entre un portaobjetos y cubreobjetos con solución salina, entonces se comprime entre ambos objetos para lograr una extensión y disociación de las células gonadales (ovocitos y espermatozoides) para su observación bajo el microscopio óptico a 10X y 40X, con el fin de determinar el estado de desarrollo entre juvenil y adulto (Nikolski, 1963; Holden y Raitt, 1975); entre hembras y machos. Simultáneamente se efectuó un registro fotográfico de cada preparación, para su posterior comparación con las fases propuestas por Holden y Raitt (1975) y poder determinar el estado de madurez gonádica.

<sup>1</sup> Biol. Emmanuel Velasco-Villalobos es egresado de la Facultad de Biología-Xalapa de la Universidad Veracruzana, México. [evillalobos.93@gmail.com](mailto:evillalobos.93@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Elizabeth Valero-Pacheco es Profesora en la Facultad de Biología-Xalapa de la Universidad Veracruzana, México. [elivalero@gmail.com](mailto:elivalero@gmail.com)

<sup>3</sup> El Dr. Luis Gerardo Abarca-Arenas es Investigador del Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana, México. [luisgaa@gmail.com](mailto:luisgaa@gmail.com)



Figura 1. Ubicación del área de estudio y polígono correspondiente al área del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) (mapa realizado por Emmanuel Velasco Villalobos, 2020).

### Resultados

De 127 peces león analizados, se determinó que 56 peces fueron hembras y 71 fueron machos (Fig. 2). En cuanto a la madurez sexual de los peces hembra: 33 se encontraron en la fase III y 23 en la fase IV de madurez. La madurez sexual de los peces macho: 35 se encontraron en la fase III y 36 en la fase IV (Tabla 1). No se encontraron peces en las fases I y II (Fig. 3). Se determinó que la totalidad de los peces león capturados ya eran maduros sexualmente.

Las hembras tuvieron una LT mínima de 115 mm con un W de 23 g. y una LT máxima de 385 mm con un W de 1025 g. Los Machos tuvieron una LT mínima de 102 mm con un W de 20 g y una LT máxima de 405 mm con un W de 1050 g (Fig. 4). En una evaluación inicial de la reproducción en *Pterois sp.* en el Atlántico occidental (Morris, 2009) reporta que las hembras capturadas maduraron aproximadamente a los 175 mm de LT o 1 año de edad y liberaron aproximadamente 25000 huevos por evento de desove. En otro sitio, Gardner *et al.* (2015), reportan que peces del mismo género inician su madurez a los 189 mm de LT en la isla Little Cayman en el Mar Caribe. Sin embargo, debe considerarse que no se identificó la especie, lo que puede derivar en que la muestra incluya ambas especies invasoras de pez león (*P. volitans* y *P. miles*).

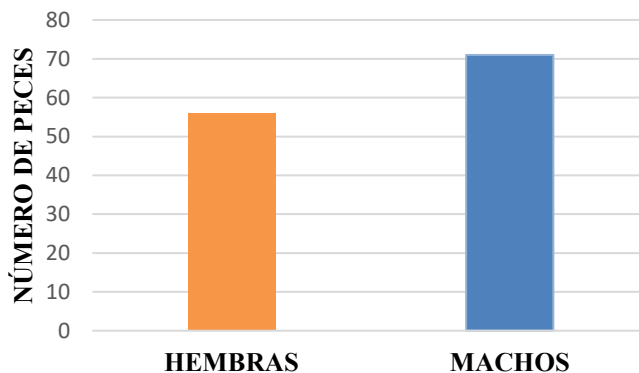

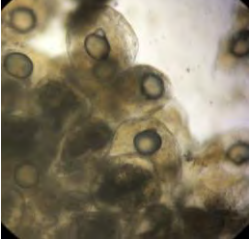


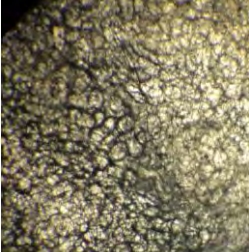
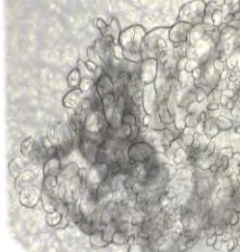

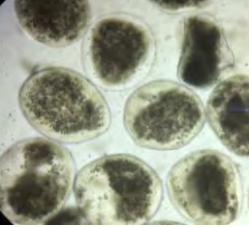


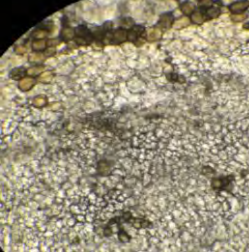
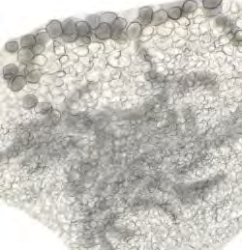


Figura 2. Número de hembras y machos del pez león *P. volitans* analizados procedentes del PNSAV, Veracruz, México.

Tabla 1. Determinación del sexo y fases de madurez gonádico por individuo del pez león *P. volitans* (Nikolski 1963; Holden y Raitt, 1975).

Fases	Sexo	Gónada completa	Estructura celular de gónadas (Fotos).	Estructura celular de gónadas (Esquemas).
III	Hembra			
III	Macho			
IV	Hembra			
IV	Macho			

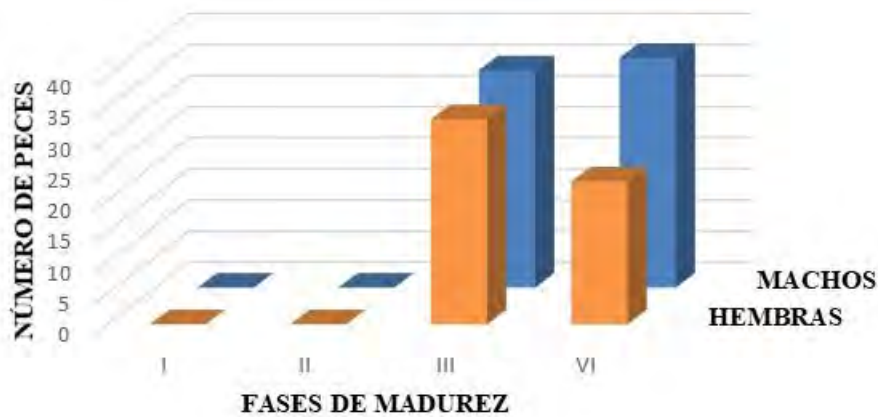


Figura 3. Fases de madurez gonádica del pez león *P. volitans* procedente del PNSAV, Veracruz, México.

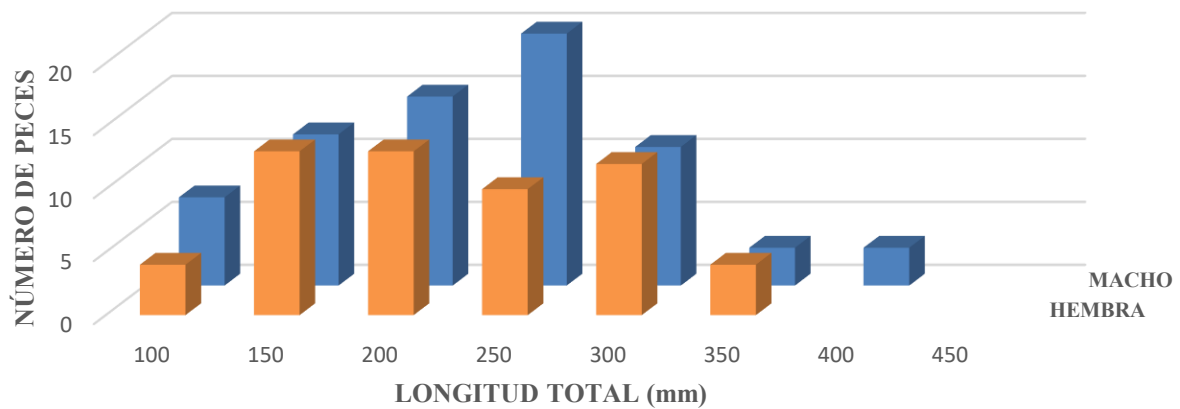


Figura 4. Longitud Total (mm) de hembras y machos del pez león *P. volitans* procedente del PNSAV, Veracruz, México.

### Conclusión

De los 127 ejemplares de *P. volitans* utilizados en este proyecto, el 100% resultaron maduros sexualmente de acuerdo con el análisis de las gónadas. Se determinaron 56 hembras y 71 machos de pez león con LT desde los 102 mm hasta los 405 mm. La especie invasora *P. volitans* en el Golfo de México dentro del PNSAV es un pez con características biológicas que le facilitan colonizar hábitats ricos en diversidad como los que presenta el PNSAV. Este trabajo permite conocer algunos aspectos del comportamiento de la especie específicamente en esta área natural protegida. Los resultados muestran que en el PNSAV el pez león sin distinción de sexos alcanza la madurez gonádica a los 102 mm talla menor que en otros sitios del Golfo de México (Morris, 2009) y Mar Caribe (Gardner *et al.*, 2015; Sabido-Itzá *et al.*, 2016). Esto permite una mayor dispersión en menor tiempo y en el acaparamiento de los recursos que el ecosistema provee como: alimento, refugio y territorio, lo que podría traer como consecuencia la perturbación de la red trófica del sistema y desequilibrio del ecosistema.

## Agradecimientos

Agradecemos a las autoridades de la CONANP del H. Puerto de Veracruz por facilitar los ejemplares que fueron analizados en este trabajo. Este trabajo forma parte del proyecto “Ecología y Pesquerías de la Costa Veracruzana” a cargo de la Dra. Elizabeth Valero Pacheco.

## Referencias

- Edwards, M. A. T. K. Frazer, y C. A. Jacoby. 2014. Age and growth of invasive lionfish (*Pterois* spp.) in the Caribbean Sea, with implications for management. *Bulletin of Marine Science*, 90(4): 953–966. <https://doi.org/10.5343/bms.2014.1022>
- Gardner, Patrick G., T. K. Frazer., C. A. Jacoby., y R. P. E. Yanong. 2015. Reproductive biology of invasive lionfish (*Pterois* spp.). *Frontiers in Marine Science*, 2(7): 1-10.
- Holden, M. J. y D. F. S. Raitt, 1975. MANUAL DE CIENCIA PESQUERA Parte 2 – Métodos para Investigar los Recursos y su Aplicación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Depósito de documentos FAO. <http://www.fao.org/docrep/003/F0752S/F0752S00.HTM>
- Morris, J. A. Jr. 2009. The Biology and Ecology of the Invasive Indo-Pacific Lionfish. Zoology. Dissertation, Degree of Doctor of Philosophy. North Carolina State University. Raleigh: 13-16.
- Morris, J. A Jr., P. E. Whitfield. 2009. Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: an updated integrated assessment. *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS*. 99: 1-57.
- Nikolsky, G.V., 1963. The ecology of fishes. Academic Press. New York, EUA. 352 p.
- Ruiz-Carus, R., R. E. Matheson Jr, D. E. Robert Jr. y P. E. Whitfield. 2006. The westerns Pacific red lionfish, *Pterois volitans* (Scorpaenidae), in Florida: Evidence for reproduction and parasitism in the first exotic marine fish established in state waters. *Biological Conservation*. 128: 384-390.
- Sabido-Itzá, M. M., A. Medina-Quej, A. Jesús-Navarrete, J. M. Gómez-Poot y M. C. García-Rivas. 2016. La estructura de tallas como evidencia del establecimiento de *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en el sur del Caribe mexicano. *Biología Tropical*. 64 (1): 353-362.

## Notas Biográficas

La **Dra. Elizabeth Valero Pacheco** es egresada de la Facultad de Estudios Profesionales, Iztacala, UNAM, concluyó los estudios de Maestría en Neuroetología en la Universidad Veracruzana y el Doctorado en Neuroetología de la misma institución. Es Académica de la UV desde hace 10 años de tiempo completo y colaboradora en el área de investigaciones desde hace 20 años. Ha publicado artículos científicos y capítulos de libros, siendo directora de varias tesis.

El **Biol. Emmanuel Velasco Villalobos** es Biólogo recién egresado de la Facultad de Biología, campus Xalapa de la Universidad Veracruzana. Colaboró en el Laboratorio de Hidrobiología en distintos proyectos dirigidos por la Dra. Valero-Pacheco.

El **Dr. Luis Gerardo Abarca Arenas** es egresado de la Facultad de Estudios Profesionales, Iztacala, UNAM, terminó su Maestría Biología Marina en el CINVESTAV-Mérida y el Doctorado en Ecología Marina de la Universidad de Maryland. Es Investigador tiempo completo de la UV desde hace 20 años, autor de varios artículos y capítulos de libros, así como director de varias tesis.

# ACTITUDES AMBIENTALES DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS JÓVENES

Dra. Andrea Margarita Velazco Salas<sup>1</sup>, Mtra. Mercedes Margarita Méndez Flores<sup>2</sup>,  
Dra. María Isabel Mabarak Limón<sup>3</sup> y Dra. Yaneli González Vargas<sup>4</sup>

**Resumen**— El tema medioambiental representa uno de los de mayor interés en la actualidad. El cambio climático, la contaminación y un sin número sucesos ambientales dan cuenta de la importancia de atender de manera prioritaria las conductas asociadas a dichas problemáticas. Aunado a esto se encuentra la necesidad de implementar iniciativas dentro de la formación integral que promuevan la conciencia y actuación ambiental en las nuevas generaciones. El objetivo del estudio fue identificar las actitudes ambientales que poseen los estudiantes de nivel enseñanza medio superior. Participaron hombres y mujeres cuyas edades fluctuaban entre los 13 y 18 años. Dentro los resultados que los jóvenes muestran se distingue mayor afinidad hacia las actitudes ambientales relacionadas con la contaminación. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al desarrollo de estrategias que fortalezcan estilos de vida sustentables.

**Palabras clave**— actitudes, medioambiente, jóvenes

## Introducción

El final del siglo XX y el inicio del XXI se ha caracterizado por una serie de necesidades y relaciones que el hombre ha establecido con productos tecnológicos derivados de la propia dinámica del desarrollo técnico y científico. Sin embargo, este desarrollo técnico y científico ha significado en la mayoría de los casos el consumo excesivo de los recursos naturales, además que ha generado una serie de residuos que han contribuido a aumentar la contaminación ambiental del planeta.

Lo que ha propiciado que actualmente los temas que presentan un mayor interés en la opinión pública y en el imaginario social, son los referidos a temáticas medioambientales.

Problemas como el cambio climático, asociado al calentamiento global, la contaminación atmosférica y un sin número de otros procesos y sucesos ambientales, han puesto de manifiesto la importancia de estudiar las conductas asociadas a dichas problemáticas.

Si bien resulta de gran importancia conocer de que manera se dan estos procesos ambientales y como impactan en el individuo y en su entorno también resulta primordial reconocer los conocimientos, las habilidades y las actitudes que integran las competencias del ser humano en materia ambiental.

Espejel y Rodríguez (2012) indican que los educandos deben vivir experiencias significativas, mitigando en forma grupal o individual problemas ambientales de su escuela o comunidad, porque la educación ambiental requiere un cambio en las conductas y valores de la población con respecto del medio que le rodea.

Por su parte Navarro y Garrido (2006) mencionan que la escuela, en su labor pedagógica, debe poner en contacto al estudiante con el medio natural y los problemas ambientales de su escuela-comunidad, es decir, ofrecerles la experiencia a través de una serie de actividades encaminadas a la conservación del entorno.

## Método

### *Participantes*

En este estudio participaron de manera voluntaria 42 adolescentes (15 mujeres y 27 hombres) estudiantes de segundo y sexto semestre de un Telebachillerato cuyo rango de edad se encontraba entre los 15-20 años.

### *Instrumento*

Se utilizó la escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos de Moreno, Corraliza y Ruiz, (2005) la cual está conformada por 50 ítems, con posibilidad de respuesta tipo Likert de 4 puntos: (1) nada o casi nada, (2) algo, (3) bastante y (4) mucho o totalmente,

Asociados a cuatro dimensiones, a saber: preocupación individual, preocupación social, confianza y criterio, distinguiendo agrupaciones descriptivas de los problemas ambientales en función de las variables actitudinales

<sup>1</sup> La Dra. Andrea Margarita Velazco Salas es Profesora de Psicología en la Universidad Veracruzana Poza Rica, Veracruz.  
[avelazco@uv.mx](mailto:avelazco@uv.mx)

<sup>2</sup> La Mtra. Mercedes Margarita Méndez Flores es Profesora de Psicología en la Universidad Veracruzana Poza Rica, Veracruz.  
[mmendez@uv.mx](mailto:mmendez@uv.mx)

<sup>3</sup> La Dra. María Isabel Mabarak Limón es Profesora de Psicología en la Universidad Veracruzana Poza Rica, Veracruz.  
[mmabarak@uv.mx](mailto:mmabarak@uv.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Yaneli González Vargas es Profesora de Psicología en la Universidad Veracruzana Poza Rica, Veracruz.  
[yangonzalez@uv.mx](mailto:yangonzalez@uv.mx)

fijadas. Esta escala atiende tanto a la diversidad de los problemas representativos de la crisis ambiental como a las dimensiones personales y contextuales más relevantes de la actitud hacia el ambiente. (Moreno, Corraliza y Ruiz, 2005)

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

A partir de los datos obtenidos se lleva a cabo el análisis descriptivo de las condiciones sociodemográficas de los participantes. La muestra estuvo constituida por 42 participantes; 35.71 % (15) mujeres y 64.29% (27) hombres. 71.43% tiene entre 15 a 17 años de edad mientras que el 28.57% se ubica entre los 18 a 20 años. Respecto al estado civil el 100% es soltero. Referente al lugar de origen el 59.52% proviene de zona rural y el 40.48% de la zona urbana. Tal como se muestra en el Cuadro 1.

Variables sociodemográficas	N	%	
Edad	15-17	51	60.71
	18-20	29	34.52
Estado civil	Soltero	80	95.24
	Casado	4	4.76
Zona de origen	Rural	25	59.52
	Urbano	17	40.48

Cuadro 1. Características de los participantes en el estudio.

Respecto a los resultados derivados del instrumento aplicado a la población estudiantil seleccionada se muestran a partir de los factores ambientales considerados en el instrumento: Preocupación Individual, Preocupación Social, Confianza y Criterio. Con relación con la escala Lickert que define si los individuos presentan actitudes negativas o positivas respecto al cuidado del medio ambiente. Específicamente sería de acuerdo a la escala (Nada o Casi Nada representan una actitud negativa, y Algo se refiere a una actitud neutral; y Bastante y Mucho o Totalmente, las actitudes positivas).

En las respuestas emitidas por los estudiantes se encontró que dentro de la sección del cuestionario F1 Preocupación Individual que incluye las variables Valoración de la Biodiversidad, del daño ambiental de Basura Sólida y Químicos; la Facilitación de los Espacios Naturales y de los Agentes Contaminantes, incluida la Contaminación Sonora; Información sobre el Reciclaje, la Contaminación y el Ahorro de Energía, se observaron los siguientes aspectos en todos los rubros mencionados existe una mayor presencia de respuestas negativas (indicadas por los rangos Nada o Casi Nada de la escala de Lickert del instrumento aplicado) por parte de la población masculina; a excepción de los cuestionamientos relacionados con la facilitación de la Contaminación en el que el número de respuestas negativas son iguales por parte de ambos géneros y en los rubros de Información sobre el Reciclaje y el Ahorro de Energía en que el género femenino presenta mayor número de este tipo de respuestas.

Por otra parte, se pudo detectar que dentro de la escala para Actitudes Neutrales (representada por la opción Algo) son los estudiantes varones aquellos que representaron la mayoría dentro de las gráficas, habiendo poca presencia femenina en esta opción a excepción de Obligación Moral-Reciclaje e Información sobre los Espacios Naturales en los que hubo mayor e igual número de estudiantes femeninos que escogieron esta respuesta, respectivamente.

En la F1 Preocupación Individual con relación a la actitud positiva Bastante, existen cifras equitativas tanto para el género masculino como femenino en todos los rubros a excepción de una mayoritaria presencia de estudiantes mujeres en los campos específicos de Información y Ruido; y una mayor preferencia por este nivel de la escala por varones en los cuestionamientos de Información sobre el Reciclaje y Valoración de Químicos.

Mucho o totalmente dentro de este campo sobre Preocupación Individual, se presentan resultados equitativos por parte de ambos géneros, a excepción de los rubros Información sobre Reciclaje y Valoración de Desechos Químicos en el que la población femenina tuvo mayor presencia; por otro lado, predominó la elección de esta opción por parte de la población masculina dentro del tema Información sobre la Contaminación. Como se muestra en la figura 1.

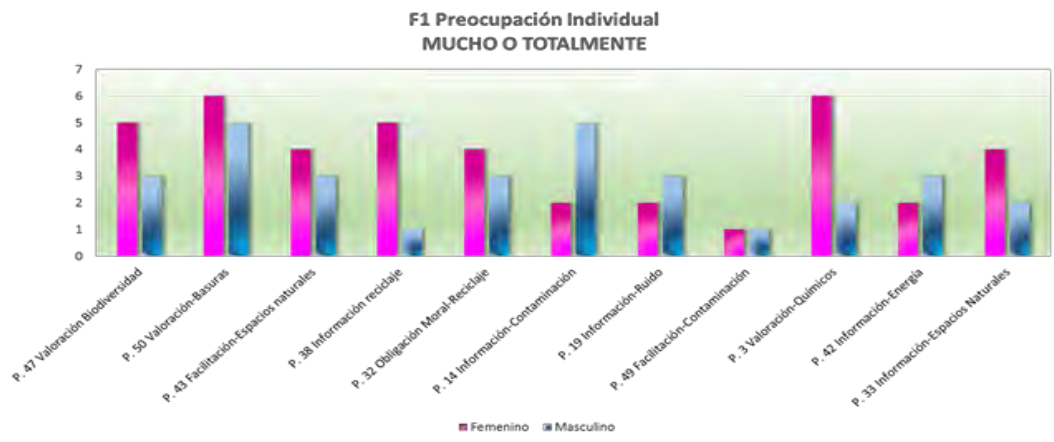


Figura 1: Factor preocupación individual actitud positiva

Con relación al F2 Preocupación Social este rubro está conformado por cuestionamientos que relacionan las siguientes variables: Normas Sociales para el Reciclaje, el Ahorro de Energía y Agua; con la utilización de los Espacios Naturales, el manejo de Químicos Peligrosos; la Contaminación, incluida la Auditiva; Preservación de la Biodiversidad y la Obligación Moral de los Desechos Químicos y la Contaminación auditiva que también impactan al ambiente. Nuevamente se presenta una mayor presencia masculina en la escala negativa de actitudes ambientales representada por la opción nada a excepción de dos rubros en la que la presencia femenina prevaleció: Norma Sociales para preservar la Biodiversidad y la Obligación Moral con los Desecho de Químicos peligrosos en el ambiente.

En cambio, se detecta una cantidad proporcional de mujeres y hombres que presentan una postura neutral ante estas Normas y Obligaciones Sociales; exceptuando los campos de Normas Sociales en materia de Biodiversidad, Desecho de Químicos y Ahorro de Energía, en los que la elección de esta opción es mayor por parte de la población masculina.

En la figura 2 se muestra que dentro de las opciones que representan la presencia de una Actitud Ambiental positiva se encuentran una presencia equitativa de ambos géneros; sin embargo, pocos participantes eligieron la opción Mucho o Totalmente, exceptuando solamente una clara mayoría de elección masculina por las Normas Sociales sobre los Químicos dañinos para el ambiente y el Uso del Transporte como Factor Contaminante.

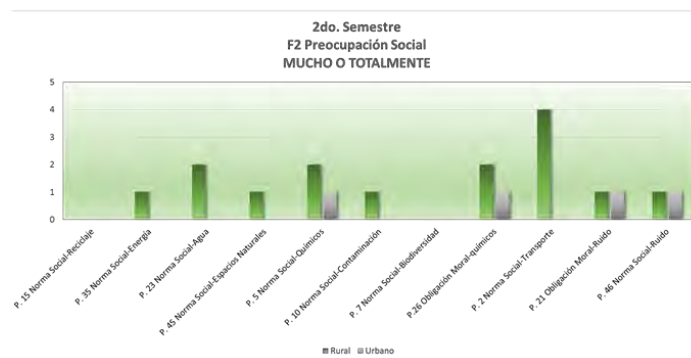


Figura 2: Factor preocupación social actitud positiva

En el F3 Confianza: Este sector del cuestionario se encuentra conformado por los siguientes rubros: Obligación Moral con los Espacios Naturales, la Contaminación Auditiva de Basura Solida y de Desechos Químicos, la Conservación de la Biodiversidad; con el Ahorro de Energía, de Agua y con el Reciclaje. También engloba la Información sobre el manejo de Desperdicios Sólidos, Químicos y la Conservación de la Biodiversidad y sobre como practicar el Reciclaje; la Facilitación de Espacios Naturales y la Valoración del Daño que causan los Desechos sólidos, Químicos y el Ahorro del Agua y el Reciclaje.



En cuanto a todos estos aspectos mencionados, en la opción negativa de actitudes ambientales (Nada) se detectó una mayor preferencia por los varones que participaron en el estudio; a excepción de los rubros Valoración del Reciclaje y Facilitación del manejo de la Basura Sólida en el que las mujeres tuvieron mayor elección de esta respuesta.

Toda la Población eligió preferentemente tomar una postura neutral en esta sección del cuestionario; destacando la población masculina solo en los rubros Obligación Moral con la conservación de la Biodiversidad y el manejo de los Desechos Químicos como contaminantes peligrosos.

Se presentó una menor elección de respuestas positivas (en el nivel representado como Bastante) por parte de la población total del Segundo Semestre, solo en un rubro hay una presencia elevada por parte del género masculino al elegir esta opción sobre la Valoración de los Desechos Químicos en el Ambiente.

Las respuestas dentro de una presencia ideal de actitudes ambientales (Mucho o Totalmente) presentó un gran favoritismo por parte de ambos géneros, con excepción de la Información sobre el manejo de desechos sólidos en el que ni mujeres ni hombres eligió esta opción y la Obligación Moral con la conservación de los Espacios Naturales y con los Desechos Químicos el cual eligieron solamente mujeres y el rubro Facilitación de Basura que solo eligieron los varones.

En el F4 Criterio dentro de este aspecto se engloban cuestionamientos relacionados con la Obligación Moral para prevenir la contaminación, Conservar la Biodiversidad, el cuidado de los Espacios Naturales y el Ahorro de Energía; las Normas Sociales de Ahorro del Agua, el cuidado de la Biodiversidad y el Reciclaje; la Facilitación de Energías Alternativas y para el cuidado y Ahorro del Agua.

La opción negativa en la escala de actitudes ambientales, (Nada o Casi Nada), fue elegida por la mayor parte de la población masculina, superándolos el género femenino solo en el rubro de Normas Sociales para la conservación de la Biodiversidad; así mismo, es mayor la presencia de una actitud ambiental neutral por parte de los hombres en todos los ítems de esta sección del cuestionario, habiendo casi nula presencia de la población femenina que eligiera este rango de la escala.

La opción de rango con elección más homogénea de ambos géneros es Bastante, sin embargo, representa una pequeña parte de la población en general la que eligió este nivel; mientras que en la opción Mucho o Totalmente se puede notar una preferencia por esta opción por parte de la población femenina, pero, al mismo tiempo, ausencia de la elección de este nivel por parte de ambos géneros en la mayor parte de los cuestionamientos que conforman esta sección.

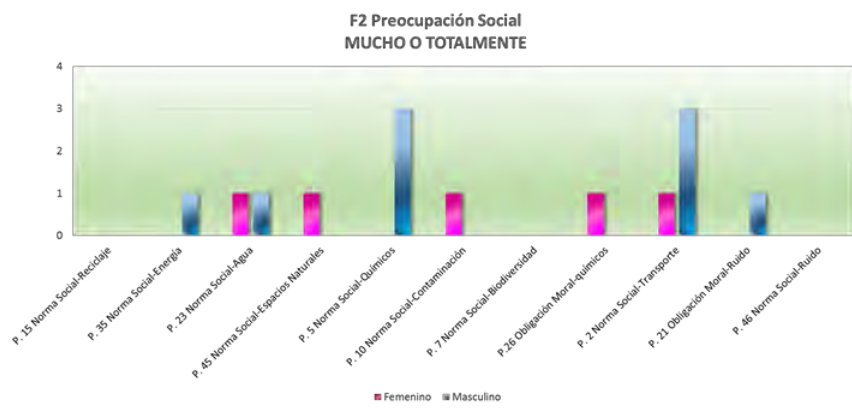


Figura 3: Factor preocupación social actitud positiva

El F3 Confianza: se encuentra conformado por los siguientes rubros: Obligación Moral con los Espacios Naturales, la Contaminación Auditiva de Basura Solida y de Desechos Químicos, la Conservación de la Biodiversidad; con el Ahorro de Energía, de Agua y con el Reciclaje. También engloba la Información sobre el manejo de Desperdicios Sólidos, Químicos y la Conservación de la Biodiversidad y sobre como practicar el Reciclaje; la Facilitación de Espacios Naturales y la Valoración del Daño que causan los Desechos sólidos, Químicos y el Ahorro del Agua y el Reciclaje.

En cuanto a todos estos aspectos mencionados, en la opción negativa de actitudes ambientales (Nada) se detectó una mayor preferencia por los varones que participaron en el estudio; a excepción de los rubros Valoración del Reciclaje y Facilitación del manejo de la Basura Sólida en el que las mujeres tuvieron mayor elección de esta respuesta. En la figura 4 se muestra que la población participante eligió tomar una postura neutral en esta sección del

cuestionario; destacando la población masculina solo en los rubros Obligación Moral con la conservación de la Biodiversidad y el manejo de los Desechos Químicos como contaminantes peligrosos.

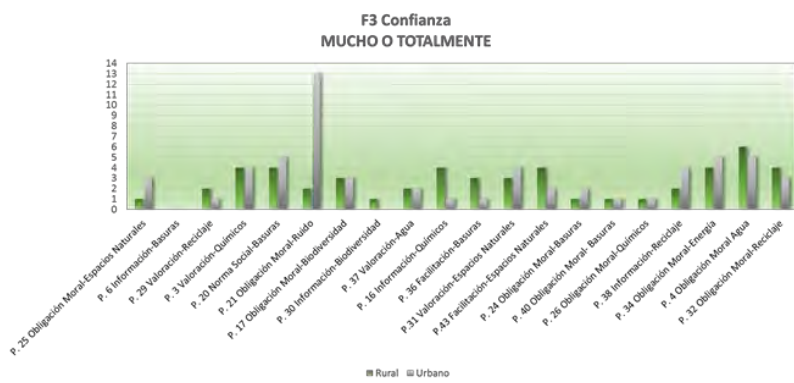


Figura 4: Factor confianza actitud positiva

Se presentó una menor elección de respuestas positivas (en el nivel representado como Bastante) por parte de la población total del Segundo Semestre, solo en un rubro hay una presencia elevada por parte del género masculino al elegir esta opción sobre la Valoración de los Desechos Químicos en el Ambiente.

Las respuestas dentro de una presencia ideal de actitudes ambientales (Mucho o Totalmente) presentó un gran favoritismo por parte de ambos géneros, con excepción de la Información sobre el manejo de desechos sólidos en el que ni mujeres ni hombres eligió esta opción y la Obligación Moral con la conservación de los Espacios Naturales y con los Desechos Químicos el cual eligieron solamente mujeres y el rubro Facilitación de Basura que solo eligieron los varones.

El F4 Criterio dentro de este aspecto se engloban cuestionamientos relacionados con la Obligación Moral para prevenir la contaminación, Conservar la Biodiversidad, el cuidado de los Espacios Naturales y el Ahorro de Energía; las Normas Sociales de Ahorro del Agua, el cuidado de la Biodiversidad y el Reciclaje; la Facilitación de Energías Alternativas y para el cuidado y Ahorro del Agua.

En la figura 5 muestra que la opción negativa en la escala de actitudes ambientales, (Nada o Casi Nada), fue elegida por la mayor parte de la población masculina, superándolos el género femenino solo en el rubro de Normas Sociales para la conservación de la Biodiversidad; así mismo, es mayor la presencia de una actitud ambiental neutral por parte de los hombres en todos los ítems de esta sección del cuestionario, habiendo casi nula presencia de la población femenina que eligiera este rango de la escala.

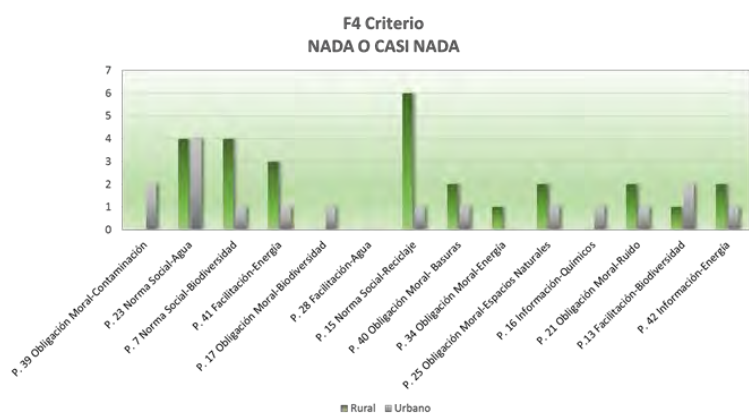


Figura 5: Factor criterio actitud negativa

La opción de rango con elección más homogénea de ambos géneros es Bastante, sin embargo, representa una pequeña parte de la población en general la que eligió este nivel; mientras que en la opción Mucho o Totalmente se puede notar una preferencia por esta opción por parte de la población femenina, pero, al mismo tiempo, ausencia de la elección de este nivel por parte de ambos géneros en la mayor parte de los cuestionamientos que conforman esta sección.

### Conclusiones

A la luz de los resultados obtenidos podemos inferir que evidentemente concurren grandes diferencias con respecto al interés que existe hacia los problemas ambientales específicos y en relación con el medio ambiente; en los distintos grados en los que se ubican los participantes del estudio.

Tal parece que el incremento en el interés medioambiental aumenta respectivamente en cuanto se asciende a los grados superiores, si bien no es de manera general, sí es conveniente decir que la madurez con que los sujetos perciben la relevancia del entorno, crece significativamente. Cuando se maneja el término competencias hablamos del conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes que el alumno debe poseer o bien desarrollar a lo largo de su proceso educativo o en cualquier otro ámbito comprometido con el desarrollo de nuevos aprendizajes y actitudes, en este caso y con respecto a los resultados obtenidos se ha encontrado que en cuanto al género (femenino/masculino) son las mujeres las que han desarrollado un mayor compromiso medioambiental.

Se pudieron identificar las competencias ambientales que en el estudiante de nivel medio superior son más preponderantes y de mayor preocupación. También se ha logrado analizar y exponer la diferencia que existe entre los alumnos de telebachillerato de distintos grados, en cuanto a su compromiso medioambiental.

El impacto que logran tener las actitudes de los jóvenes en el medio ambiente son de suma importancia ya que están estrechamente vinculadas a la actuación en el entorno, de esta manera la formación que considera el desarrollo de competencias ambientales estará impactando significativamente en la vida, para la vida y de por vida en la persona.

Concluimos en que la formación educativa que se basa en el implemento y desarrollo de competencias ambientales permite y promueve la sana interacción con el medio ambiente en el que se desarrolla el sujeto, además de que los estudiantes que tienen oportunidad de convivir con el medio natural, tienden a tener una mayor preocupación ambiental que los que cuentan con los programas educativos pertinentes para el desarrollo de competencia ambientales.

### Referencias

Espejel Rodríguez, Adelina. Castillo Ramos, Isabel. & Martínez de la Fuente, Héctor. (2011). Modelo de educación ambiental para el nivel medio superior, en la región Puebla-Tlaxcala, México: un enfoque por competencias. Revista Iberoamericana de educación, 4 (55), pp. 1-13. Recuperado de: <https://rieoei.org/historico/expe/3705Espejel.pdf>

Espejel Rodríguez, Adelina, & Flores Hernández, Aurelia. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. Revista mexicana de investigación educativa, 17(55), 1173-1199. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662012000400008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000400008&lng=es&tlng=es).

Moreno, M., Corraliza, J. y Ruiz, J. (2005). Escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos. Psicothema, 17 (3), 502-508. Recuperado de: <http://www.psicothema.com/pdf/3136.pdf>

Navarro, R. y Garrido, S. (2006). "Construyendo el significado del cuidado ambiental: un estudio de caso en educación secundaria", Reice. Revista electrónica iberoamericana sobre calidad eficacia y cambio en educación (España), vol. 4, núm. 1, pp. 52-70. Disponible en: <http://www.redalyc.uaemex.mx/pdf/551/55140106.pdf>

### Notas Biográficas

La **Mtra. Mercedes Margarita Méndez Flores** es profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana, en Poza Rica, Veracruz, México. Licenciada en Psicología por la Universidad Veracruzana. Maestra en Investigación en psicología aplicada a la educación en la Universidad Veracruzana. Candidata a Doctora en salud mental comunitaria.

La **Dra. Andrea Margarita Velasco Salas** es profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana. Licenciada en Psicología por la Universidad Veracruzana. Especialidad en Psicología Social Comunitaria por la Universidad Veracruzana. Doctora en Gestión Ambiental para el Desarrollo por la Universidad Popular Autónoma de Veracruz.

El **Dra. María Isabel Mabarak Limón** es profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana, en Poza Rica, Veracruz, México. Licenciada en Psicología por la Universidad Veracruzana. Maestra en Administración de Recursos Humanos por la Universidad del Valle de México. Doctora en educación por la Universidad IVES

La **Dra. Yaneli González Vargas** es profesora de la Facultad de Psicología de la Universidad Veracruzana. Licenciada en Psicología por la Universidad Veracruzana. Maestra en salud pública con área disciplinar en comunicación en salud por la Universidad Veracruzana y Doctora en ciencias en salud colectiva por la Universidad Autónoma Metropolitana.

# ANÁLISIS PRELIMINAR: EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE UNIVERSITARIOS Y SU DEPENDENCIA A LAS TÉCNICAS DE ESTUDIO Y ESTILOS DE APRENDIZAJE

Dr. José Daniel Velázquez-Martínez<sup>1</sup>, M. C. Leticia Téllez-González<sup>2</sup>, Dr. Cruz Suarez-Hugo<sup>3</sup>,  
Dr. Santos Reyes-Jaime<sup>4</sup>, Dr. Diego Padilla-Pérez<sup>5</sup>, Elvira Isabel Ayala-Gutiérrez<sup>6</sup>,  
José Daniel Rodríguez-Cerda<sup>7</sup>, Ramón Levi Zermeno-Sánchez<sup>8</sup>,  
Francisco Javier Meneses-Botti<sup>9</sup>.

**Resumen—** Introducción: Con frecuencia se tienen casos de abandono o deserción escolar en algunas licenciaturas del país (México) por lo que es necesario llevar a cabo estudios que nos permitan conocer los factores que podrían ayudar a disminuir y/o suprimir los índices de deserción escolar. Objetivo: Analizar los estilos de aprendizaje, las técnicas de estudio y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes en la carrera de Ingeniería industrial. Metodología: Se realizó un estudio transversal exploratorio. Resultados: Se observó una influencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) de las técnicas de estudio en el rendimiento académico de los estudiantes. Conclusiones: Es necesario llevar a cabo más estudios de este tipo, que nos permitan realizar estrategias para disminuir la incidencia del abandono escolar, así como también fortalecer el desempeño escolar y el sector empresarial mexicano.

**Palabras clave—**Rendimiento académico, técnicas de estudio, estilos de aprendizaje, deserción escolar.

## Introducción

Con frecuencia uno de los principales problemas que se presenta en el sistema educativo actualmente son los casos de abandono o deserción escolar o cambio de carrera durante el primer año de estudio universitario en nuestro país (México), por lo que fue necesario llevar a cabo estudios que nos permitieran conocer los factores que podrían ayudar a disminuir y/o suprimir los índices de deserción escolar.

El principal objetivo del estudio fue Analizar los estilos de aprendizaje, las técnicas de estudio y su influencia en el rendimiento académico (calificaciones finales) de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial y Administración de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Con el propósito de ofrecer información oportuna al docente para realizar su planificación escolar o en el momento de impartir su cátedra.

Desde el punto político, administrativo y social, se invierten grandes cantidades de recursos en las universidades públicas, pero hay muchos estudiantes que no logran terminar la carrera abandonándola, lo que a la postre influye en la calidad de vida que pueden obtener los ciudadanos y darles a sus seres queridos, ya que, si obteniendo un título universitario es muy difícil tener una buena vida, no teniéndolo es mayor todavía

Por lo que se diseñó un estudio cuantitativo, transversal, descriptivo y correlacional, mediante la aplicación del cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje a una población de 24 participantes (10 mujeres y 14 hombres). Los resultados indicaron que los estilos de aprendizaje activo, teórico y pragmático son los más comunes en los estudiantes universitarios.

<sup>1</sup>José Daniel Velázquez Martínez es profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX (autor correspondiente)

<sup>2</sup>Leticia Téllez González es profesora-investigadora de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>3</sup>Hugo Cruz Suarez es profesor-investigador de Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>4</sup>Jaime Santos Reyes es profesor-investigador en el Instituto Politécnico Nacional, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>5</sup>Diego Padilla Pérez es profesor-investigador del Instituto Politécnico Nacional, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>6</sup>Elvira Isabel Ayala Gutiérrez es estudiante de la Universidad Autónoma de Nuevo León, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>7</sup>José Daniel Rodríguez Cerda es estudiante de la Universidad Autónoma de Nuevo León, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>8</sup>Ramón Levi Zermeno Sánchez es estudiante de la Universidad Autónoma de Nuevo León, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

<sup>9</sup>Francisco Javier Meneses Botti es estudiante de la Universidad Autónoma de Nuevo León, DANIELONMX@YAHOO.COM.MX

La importancia del conocimiento de los diferentes estilos de aprendizaje que tienen los alumnos con los que trabajamos es fundamental para adaptar la ayuda pedagógica a las características que presentan los mismos, y así contribuir a elevar los niveles de calidad educativa y el rendimiento académico de los mismos (Alonso, et al. 1994).

Los diferentes estilos de aprendizaje constituyen otra variable relacionada con el rendimiento académico (Concha y López, 2009).

Los estilos de Aprendizaje radica en su eficacia para el proceso de enseñanza-aprendizaje y como factor clave para el éxito académico del alumnado.

Se describe cuatro estilos de aprendizaje que tienen lugar a partir de la interacción producida entre los cuatro procesos. Las modalidades de aprendizaje propuestas caracterizan a las personas como adaptadoras, convergentes, divergentes y asimiladoras (Kolb, 1984).

Algunas técnicas de estudio y estilo de aprendizaje que se reportan en la literatura son por ejemplo: 1.- **Lluvia o tormenta de ideas**, forma de trabajo que permite la libre presentación de ideas, sin restricciones ni limitaciones, con el objetivo de producir ideas originales o soluciones nuevas, y el estilo de aprendizaje que favorece es el **activo**, el cual es un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el tema a través de actividades de resolución de problemas. 2.- **Lamina /foto mural**, esta basa en la presentación de una fotografía, lámina o caricatura (sin texto) proyectada como entrada a un tema de la lección que se quiere ver, y el estilo de aprendizaje que favorece es el **pragmático**, el cual es un método de enseñanza que involucra a los estudiantes que les gusta probar ideas y comprobar si funciona en la práctica. 3.- **Concordar-Discordar**. Se fundamenta en presentar a los alumnos un mínimo de 10 y un máximo de 20 enunciados breves y redactados de forma tal que provoque en los discentes la reflexión (de manera individual y después en equipos de cuatro integrantes). El alumno debe contestar si está de acuerdo o en desacuerdo con lo que se escribió, el cual es un método de enseñanza que involucra a los estudiantes en el tema a través de actividades de resolución de problemas, y el estilo de aprendizaje que favorece es el **reflexivo** que trata de las técnicas que posibilitan experiencias de reflexión y análisis de los estudiantes. 4.- **Estudio de un caso**. Descripción escrita de un hecho acontecido en la vida de una persona, grupo y organización. La situación descrita puede ser real o hipotética, pero construidas con características análogas a las presentadas en la realidad, y el estilo de aprendizaje que favorece es el **teórico** en el cual los estudiantes suelen enfocar problemas desde un punto de vista lógico. Prefieren las actividades estructuradas que les permitan comprender sistemas complejos, como lo señalado en (Gutiérrez, M. 2018).

### Descripción del Método

#### *Diseño de investigación*

Se diseñó un estudio cuantitativo, transversal, descriptivo y correlacional, mediante la aplicación del cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje y técnicas de estudio.

#### *Selección de muestra*

Se delimito la obtención de información a una población de 24 participantes (10 mujeres y 14 hombres) estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

#### *Recolección de datos*

##### Instrumentos:

- Cuestionario Honey-Alonso de estilos de aprendizaje (CHAEA) (Alonso et al., 1994). Evalúa 4 estilos de aprendizaje –teórico, reflexivo, activo, pragmático- mediante 80 ítems (20 por cada dimensión) de respuesta dicotómica (+ o -) que el examinado debe responder según su acuerdo o desacuerdo con cada sentencia.

- Encuesta de técnicas de estudio

Se utilizó el programa SPSS 15 y se corrió la prueba de ANOVA, además se realizó un análisis de varianza univariante para su estudio.

### Resumen de resultados

Se decidió a aplicar las encuestas estilos de aprendizaje y de técnicas de estudio, en un semestre de séptimo y en uno de octavo de la carrera de ingeniero industrial, cabe destacar que en todo momento se garantizó la confidencialidad de los participantes, por lo que solo se encuestó a los estudiantes que estuvieran de acuerdo en dar su opinión. Obteniéndose los siguientes resultados, se tuvo una participación del 68.42% del género masculino y del 31.58% del género femenino (ver Figura 1).

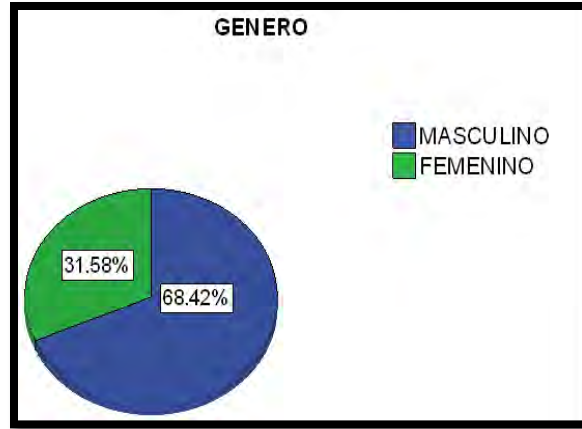


Figura 1. Participantes según el género.

En cuanto a las calificaciones obtenidas en las materias se observan que fluctúan desde 75 hasta 95 puntos en una escala de 0 a 100, ver (Figura 2)



Figura 2. Calificación final de los participantes.

Se tuvo una puntuación global que indica que 6 de los estudiantes encuestados necesitan ayuda (ver figura 3)



Figura 3. Técnicas de estudio y su puntuación global de los participantes.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.666(a)	.444	.230	5.015

Cuadro 1. Resumen del modelo (a)Variables predictoras: (Constante), técnicas de estudio puntuación global, estilo de aprendizaje teorico, estilo de aprendizaje activo, estilo de aprendizaje pragmatico, estilo de aprendizaje reflexivo

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	260.770	5	52.154	2.074	.134(a)
	Residual	326.915	13	25.147		
	Total	587.684	18			

Cuadro 2. ANOVA (a) Variables predictoras: (Constante), técnicas de estudio puntuación global, estilo de aprendizaje teorico, estilo de aprendizaje activo, estilo de aprendizaje pragmatico, estilo de aprendizaje reflexivo  
b Variable dependiente: calificación final en materia

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	204.518(a)	2	102.259	4.270	.033
Intersección	116013.380	1	116013.380	4844.404	.000
T.E.PUNTUACIO N	204.518	2	102.259	4.270	.033
Error	383.167	16	23.948		
Total	146845.000	19			
Total corregida	587.684	18			

Cuadro 3. Análisis de varianza univariante, R cuadrado = .348 (R cuadrado-correcta = .267)

Lo anterior dicho además lo podemos resumir en el siguiente grafico (Figura 4), en el cual se puede observar que las personas que obtienen mejores calificaciones también tienen mejores técnicas de estudio

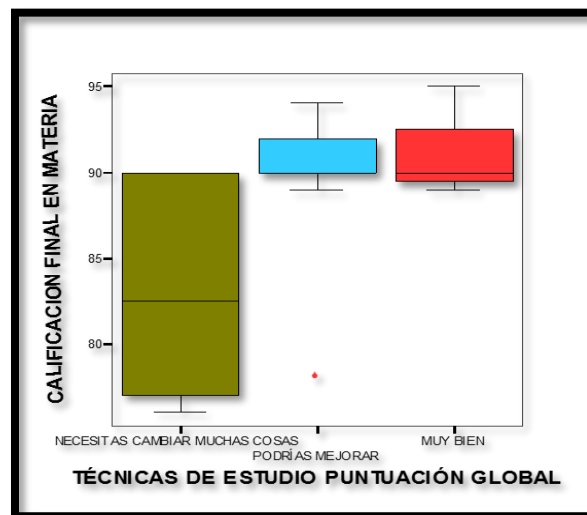


Figura 4. Relación de la calificación y tipo de técnicas de estudio aplicadas.

### Conclusiones

Esta investigación nos permite observar que las técnicas de estudio son muy importantes para los estudiantes, ya que influyen significativamente en su rendimiento académico, lo que se traduce en mejores índices de aprovechamiento, menor deserción y una mejor vida para nuestros estudiantes. Además, por otro lado, es necesario mencionar que según los estilos de aprendizaje, el estilo de aprendizaje reflexivo también presentó los mejores resultados pero no llegó a ser significativo, pero que si puede hacerse la invitación a nuestros estudiantes para que sean más reflexivos principalmente a la hora de tomar decisiones lo que sin duda les podría ser beneficioso.

Es necesario llevar a cabo más estudios de este tipo, que nos permitan confirmar estas conclusiones y realizar estrategias para disminuir la incidencia del abandono escolar, así como también fortalecer el desempeño escolar y el sector empresarial mexicano.



## Referencias

- Alonso, C. M., Gallego, D. J. y Honey, P. "Los estilos de aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora " Revista de investigación vol,9 No.58,2005.
- Arranz, M.S. Estudio comparativo de los Estilos de Aprendizajes del alumnado que inicia sus estudios universitarios en diversas facultades de Venezuela, México y España. Learning Styles Review, Vol. 7 No.7, 2011. Recuperado de <http://www.learningstylesreview.com>.
- Concha, S.,López, B. "Estilos de aprendizaje y rendimiento teórico-práctico de alumnos de imagenología, tercer año de odontología". Int. J. Odontostomat, Vol. 23, No. 28, 2009.
- Etxeberri, J.M. y J.A. Blanco Gorrichóa. "Un método óptimo para la extracción de proteínas del mero en Bilbao," Revista Castellana (en línea) , Vol. 2, No. 12, 2003, consultada por Internet el 21 de abril del 2004. Dirección de internet: <http://revistacastellana.com.es>.Gutiérrez Tapias, M.,
- García Cué; J.L., Vivas, M; Santizo, J.A., Alonso, C. y Kolb, D. "Learning Style Inventory: Technical Manual". Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653Vol.2, No.48 – 10 de enero de 2009.
- Gutiérrez Tapias, «Estilos de aprendizaje, estrategias para enseñar. Su relación con el desarrollo emocional y "aprender a aprender"», TenPed, vol. 31, pp. 83-96, ene. 2018
- Kolb, D. "Experiential learning: experience as the source of learning and development." Journal of Business Ethics, Vol. 1, No. 1, 1984.
- Puebla Romero, T., C. Dominguini y T. T. Micrognelli. "Situaciones inesperadas por el uso de las ecuaciones libres en la industria cocotera," Congreso Anual de Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico y Científico Gatuno, 17 de Abril de 2005.
- Washington, W. y F. Frank. "Six things you can do with a bad simulation model," Transactions of ESMA, Vol. 15, No. 30, 2007.
- Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," Interfaces, Vol. 5, No. 3, 2003.

# Enseñar a mirar los contextos: una propuesta desde la asignatura de Valoración de la Arquitectura en México de la Licenciatura en Arquitectura de la UAEH

Mg. Arq. Joselyn Velázquez Santiago<sup>1</sup>, Dr. Gonzalo Aquiles Serna Alcántara<sup>2</sup>,  
Dr. Arq. Marco Muñoz del Campo<sup>3</sup>

**Resumen**—Existe una crisis arquitectónica y urbana presente en las realidades de las ciudades latinoamericanas; los profesionistas responsables no han aprendido a interpretar sus propios contextos y han desatendido las informalidades presentes en la vida urbana. Esta investigación parte de un supuesto en el que, desde la formación de los profesionistas de la arquitectura no se ha enseñado a interpretar, analizar y significar los territorios; esto pues se validan los contextos desde paradigmas mundiales antes que desde contextos locales. El objetivo de esta investigación es realizar una propuesta desde la historia de la arquitectura para dotar a los futuros profesionistas de sensibilidad y mirar críticamente los territorios e intervenir desde el reconocimiento y visibilidad de la informalidad de los contextos en las realidades urbanas latinoamericanas.

**Palabras clave**—historia, enseñanza de la arquitectura, contexto, arquitectura latinoamericana

## Introducción

Las diversas realidades que cohabitan en un mismo territorio denominado América Latina componen un contexto que se estructura desde un aparente caos y complejidad exigiendo una forma diferente de ser mirada, analizada y entendida alejada del lente de lo canónicamente impuesto por las culturas de occidente.

En el libro *Ciudades Radicales. Un viaje a la nueva arquitectura latinoamericana* el periodista británico Justin McGuirk (2015) hace una descripción de algunas de las formas arquitectónicas que componen el territorio desde una mirada crítica para la puesta en valor del habitar en América Latina desde lo ya construido. En este texto retoma lo planteado por el grupo de diseño urbano venezolano Urban Think Thank que expresa lo siguiente

“La ciudad totalmente planificada es [...] un mito. Ahí radica el error histórico de los urbanistas y diseñadores y de los arquitectos: no son capaces de ver y mucho menos de analizar y aprovechar, los aspectos informales de la vida urbana, porque carecen de vocabulario profesional que los describa.”  
(Brillembourg & Klumpner, citado en McGuirk, 2015).

El error histórico visibilizado por Urban Think Thank ante lo que ellos llaman *los aspectos informales de la vida urbana* abre la posibilidad de darle una explicación desde lo escrito en el artículo *La enseñanza de la arquitectura. Una mirada crítica* (Castaño, Bernal, Cardona, & Ramírez, 2005). En este se retoma un fenómeno que se produce dentro de las escuelas de arquitectura; se afirma que se ha enseñado a validar contextos locales desde paradigmas mundiales.

Es bajo esta problemática arquitectónica, urbana y de diseño que surge la idea de esta investigación bajo un primer acercamiento: una revisión desde la asignatura teórica-histórica de Valoración de la Arquitectura en México de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y un primer cuestionamiento ¿Cómo desde las asignaturas de Historia de la Arquitectura se posibilita la intervención en el análisis y aprovechamiento de los contextos latinoamericanos?

<sup>1</sup> Mg. Arq. Joselyn Velázquez Santiago es Profesora por Asignatura de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, México [joselyn\\_velazquez@uaeh.edu.mx](mailto:joselyn_velazquez@uaeh.edu.mx)

<sup>2</sup> Dr. Gonzalo Aquiles Serna Alcántara es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, México [gonzalo.aquiles2012@hotmail.com](mailto:gonzalo.aquiles2012@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Arq. Marco Muñoz del Campo es Profesor Investigador de la Universidad de Playa Ancha, Valparaíso, Chile [mmunozc@upla.cl](mailto:mmunozc@upla.cl)

## Desarrollo

### *Puesta en valor de las realidades urbanas latinoamericanas*

La problemática inicial de esta investigación se plantea desde un escenario arquitectónico y urbano, y desde un contexto latinoamericano en el que se reconoce que los aspectos informales de la vida urbana no han sido puestos en valor. Para analizar este fenómeno se recurre a segmentar el problema e identificar donde nace. Por un lado, la problemática es que “urbanistas, diseñadores y arquitectos: no son capaces de ver y mucho menos de analizar y aprovechar, los aspectos informales de la vida urbana” (McGuirk, 2015) pero toda problemática es causada por otro fenómeno, según la mirada de estos autores, la causa de este puede ser que, urbanistas, diseñadores y arquitectos carecen de un vocabulario profesional que describa los aspectos informales de la vida urbana en territorio latinoamericano.

El reto de este planteamiento es trasponer una problemática percibida desde un escenario arquitectónico y urbano a un escenario educativo ante el cual se propone un primer cuestionamiento para la trasposición ¿Cómo desde la historia de la arquitectura se puede contribuir a la visualización, análisis y aprovechamiento de los aspectos informales del contexto urbano en América Latina? Y es con este cuestionamiento que se abre el escenario desde la enseñanza.

El causante del problema es la carencia de un vocabulario profesional que describa los aspectos informales de la vida urbana. Uno de los motivos por los que no se dota de este vocabulario a los estudiantes es por la concepción pedagógica occidentalizada que se ha tomado en las escuelas y en el cómo influye directamente en la enseñanza de una historia que tiene como finalidad poner en valor a la arquitectura de cada territorio. Al enseñarles historia desde la valoración de la arquitectura occidental, el estudiante aprende a medir el valor formal, simbólico y de uso desde los cánones establecidos por la historia de la arquitectura europea y al mirar su realidad contextual urbana o rural recurre a marginar lo propio, es decir las formas arquitectónicas urbanas de su propio contexto, pues sus ejercicios de valoración surgen desde la comparación de su cultura con una cultura europea.

Desde la enseñanza de la arquitectura en su concepción historiográfica se está formando un vocabulario creado a partir del análisis de una arquitectura alejada de los contextos propios al introducir términos como “buen gusto”, “limpio”, “sencillo”, “puro”, “elegante”. Continuando por la problemática inicial, el resultado de la falta de vocabulario es la incapacidad para visualizar, analizar y aprovechar los aspectos informales de la vida urbana que se puede traducir desde lo siguiente afirmación.

El arquitecto que se está formando actualmente carece de este saber (pensar), que es el que finalmente le puede dar una salida de escape a nuestra arquitectura para la construcción de fundamentos más cercanos a la realidad latinoamericana. Por esta razón se requiere crear conciencia crítica a partir de la historia y la teoría. (Castaño, Bernal, Cardona, & Ramírez, 2005, pág. 142)

Las ciudades latinoamericanas se están construyendo sin la participación de expertos capaces de comprender la realidad de cada contexto, los arquitectos y urbanistas no poseen la capacidad ni el interés por intervenir en la informalidad de la vida urbana pues no saben cómo significarla ni valorarla. Las ciudades se visualizan siempre como algo inacabado, siempre en proceso de transformarse en una mejor forma, como lo dice el geógrafo Neil Smith “una de las razones por las que la ciudad informal era malinterpretada era porque se veía como algo pre-formal, como una forma de urbanismo en transición, en camino hacia la formalización.” (Smith citado en McGuirk, 2015, pág. 37). Este comprender las ciudades siempre a la expectativa de ser transformadas en lugares utópicos no deja miradas de forma crítica, como si se estuviera siempre esperando algo más de sus formas urbanas.

Como sabemos, muchas de nuestras ciudades muestran aún situaciones acuciantes signadas por la exclusión urbana de los grupos más vulnerables, el deterioro de las condiciones materiales en materia de vivienda, espacio público e infraestructuras, carencia de equipamientos sociales, autosegregación de grupos de alto poder adquisitivo, etc. Se produce ciudad en forma “espontánea” y por fuera de los marcos legales vigentes, comúnmente sin participación de ningún profesional, y las posibilidades de resolver o incidir sobre esta problemática nos resultan cada vez más limitadas. (Curtit, 2014, pág. 2)

La realidad urbana que se vive en las ciudades latinoamericanas, incluida la mexicana, poseen características que deben ser miradas desde un lente creado por lo propio para comprenderlas, mientras los arquitectos y urbanistas no aprendan a comprender sus contextos, las realidades urbanas de nuestros países estarán destinadas a siempre ser miradas marginalmente esperando una especie de metamorfosis a un ideal credo por paradigmas occidentales.

No asumir desde las instituciones educativas la responsabilidad por los fenómenos urbanos y arquitectónicos de nuestros contextos es preocupante, pues quienes tienen la posibilidad de intervenir en esas realidades son los estudiantes y futuros arquitectos que se están formando en las aulas y, es a ellos a quienes no se les ha enseñado a mirar lo propio desde un lente creado para un contexto urbano informal. Es ahí donde radica la importancia de esa investigación, poner en evidencia que los modelos tradicionales que no han sido cuestionados en la formación de los arquitectos, están creando una mirada marginal sobre los fenómenos arquitectónicos y urbanos que nacen de lo sociocultural de nuestro territorio. Esta investigación se plantea desde una mirada crítica en cómo, desde la teoría e historia de la arquitectura se ha enseñado a crear juicios de valor desde la cultura occidental y como resultado se crea una desvalorización de las manifestaciones culturales latinoamericanas.

*Arquitectura de las masas: hacia la visibilización de los aspectos informales de la vida urbana latinoamericana.*

La formación de arquitectos y arquitectas con la capacidad de comprender e intervenir de forma sensible y competente en las problemáticas de la sociedad contemporánea debe ser abordada como una responsabilidad de las instituciones de educación superior. La primera parte de este marco teórico se aborda desde la relación de la arquitectura con la sociedad, pues es pertinente en primera instancia aclarar cómo se desarrolla esta compleja relación. Lo primero es definir el rol de los arquitectos en la sociedad, Saldarriaga (1996) propone una clara diferenciación entre los profesionales de la arquitectura y los arquitectos que, permite comprender como no es posible entender estos escenarios desde una mirada autónoma

Un profesional de la arquitectura es alguien que adquirió unos conocimientos específicos y los ejerce lucrativamente. Un arquitecto es mucho más que eso. Es una persona que posee una visión particular del mundo que lo rodea, que siente el impulso de intervenir creativamente en el proceso cotidiano de su transformación y que considera que su trabajo va más allá de un simple compromiso contractual o de una rentabilidad inmediata. Un profesional de la arquitectura es un constructor de cosas, un arquitecto es un constructor de sueños, un pensador (Saldarriaga Roa, 1996).

Es bajo este primer planteamiento que se discute teóricamente sobre el rol de los arquitectos en la sociedad contemporánea. Se considera necesario aclarar que esta investigación no pretende plantearse desde un escenario educativo únicamente, pues perdería credibilidad, es por esto que la discusión teórica gira en torno a la arquitectura y la sociedad desde el supuesto que, durante la formación académica de los arquitectos se puede intervenir para la puesta en valor de los contextos locales.

Retomando el planteamiento hecho por Saldarriaga (1996) en el que afirma que el rol de los arquitectos es interpretar el mundo que les rodea para transformarlo a través de una intervención creativa, expone un planteamiento que hace Umberto Eco en su libro publicado en 1974 respecto a la arquitectura y su significado en la sociedad, en el cual, cita a Koenig quien escribió que “si obligo a vivir a diez mil personas en un barrio proyectado por mí, no hay duda que influiré en el comportamiento de diez mil personas (...) la arquitectura se compone de vehículos ségnicos que promueven comportamientos” (Koenig, citado en Eco, 1986). En esta afirmación Koenig ya señala la importancia de que los arquitectos posean la capacidad de mirar y entender el cotidiano que se desarrolla en un territorio determinado sobre el cual se intervendrá.

Eco hace un análisis de la arquitectura desde la semiótica, le da un capítulo completo pues escribe que la arquitectura posee mayor dificultad para la semiótica por la índole de la realidad que esta pretende captar. Una de las características que Eco propone para definir, la cualidad que ya Koenig describe, es la de *comunicación de masas* pues afirma que la arquitectura satisface exigencias de los grupos humanos y a su vez los persuade de vivir de una manera determinada (Eco, 1986).

Eco tiene clara como la arquitectura se involucra con las masas, el término de Eco es rescatable, pues si bien en esta investigación se ha utilizado el concepto de sociedad, es necesario retomar la idea de masas, es decir una arquitectura para las masas, este término es también planteado por el arquitecto argentino Francisco Lesta en su artículo *Arquitectura y Sociedad*, en este artículo Lesta plantea la responsabilidad que tiene los arquitectos con las sociedades, afirma que el arquitecto no solo se encarga de construir edificios y ciudades, sino que es también responsable del hábitat humano. Hace una crítica al liberalismo, al neoliberalismo y la política en donde, plantea la idea de la arquitectura para el poder y arquitectura para las masas; Lesta escribe que es más urgente plantear la arquitectura para las masas: desde el acercamiento que hace a la arquitectura de masas es claro que, lo plantea en el contexto de América Latina pues escribe “Esta es una larga historia que aquí sólo vamos a dar a grandes rasgos para Latinoamérica, dejando Europa con sus propios problemas” (Lesta, 1995).

Para Lesta la arquitectura para las masas surge en los procesos de migración campo-ciudad lo que obligó a los gobiernos a poner en marcha políticas y programas de vivienda que se enfocaron más en la cantidad que en el

diseño, estos programas percibían a las personas como número y no como seres humanos, mucho menos como habitantes, el problema se fue ampliando cuando las masas al llegar a las ciudades y sin posibilidades de adquirir una vivienda, comenzaron a asentarse sobre los bordes de las manchas urbanas, la problemática no solo fue por el aumento de extensión sino que también se fue agravando ya que los territorios de los bordes no poseían la infraestructura para brindar servicios a estas masas, planteando nuevos retos urbanos (Lesta, 1995). Esto es exactamente a lo que Brillembourg & Klumpner (citado en McGuirk, 2015) le llaman los *aspectos informales de la vida urbana* en América Latina.

Lo siguiente que plantea Lesta es sumamente importante, pues es exactamente la crítica hacia donde se dirige esta investigación

Si bien hoy ya es demasiado tarde, es tarea actual de los arquitectos recapitular e iniciar una crítica de lo realizado para crear una nueva mentalidad frente a los fracasos y las exigencias de la población: la ciudad para las masas. Los espacios del hábitat humano, sean viviendas, barrios, ciudades, territorios, se desarrollan en formas que los sociólogos consideran no aptas para la vida humana. Estos diagnósticos insisten en la falta de cumplimiento de normas mínimas de la construcción y diseño, que son responsables del hacinamiento y falta de calidad del hábitat, etc. Muchos análisis han insistido sobre los aspectos no mensurables de la arquitectura, que inciden en el comportamiento de los individuos y de los grupos, a su vez difícilmente mensurable. (Lesta, 1995).

Lesta plantea la responsabilidad de los arquitectos por intervenir y poner los ojos en lo que él llaman arquitectura de las masas que hoy es una realidad en los países latinoamericanos, que como ya se mencionó es resultado del proceso histórico de la migración campo-ciudad que se vivió por el desarrollo industrial y la inserción del modelo productivista.

Desde la concepción de la responsabilidad de los arquitectos por intervenir en la arquitectura de masas o en los aspectos informales de la vida urbana cabe el cuestionamiento que lleve al análisis sobre el rol que las escuelas de arquitectura Latinoamericana cumplen por fomentar la visibilización y el desarrollo de pensamiento que posibilite desde una mirada crítica la puesta en valor y posterior intervención de esta cara de la arquitectura.

#### *Enseñanza y arquitectura: de la hegemonía a la valoración*

La realidad de la crisis de las formas arquitectónicas presente en territorio Latinoamericano respecto de esta arquitectura de masas o aspectos informales de la vida urbana no es un supuesto en esta investigación, el objetivo del subcapítulo anterior es clarificar esa realidad. La problematización radica en como las escuelas de arquitectura abordan esas realidades urbanas para su intervención y, para eso se debe entender ciertos factores que según los teóricos se involucra en la formación académica de los arquitectos.

En primer lugar, se plantea que los programas que se han asumido en las escuelas de arquitectura en América Latina han sido desarrollados por países hegemónicos, y que con algo de suerte han sido cuestionados y modificados para hacer un planteamiento desde el contexto latinoamericano. Sin embargo, en la esencia y enfoque sigue primando el diseño curricular de estos programas hegemónicos.

Lesta también hace un planteamiento similar al afirmar que en América Latina existe una historia no contada de las personas que han hecho arquitectura en este territorio, pues afirma que no son únicamente los arquitectos los que se han encargado de esta ardua tarea, sino que

ha habido mucho de los arquitectos anónimos, nada se sabe de los arquitectos indios amazónicos, por ejemplo. Y muchísimo ha sido construido por amas de casa campesinas, monjas, vivanderas, ingenieros, astrónomos o hasta poetas. Estas cuestiones no son tratadas por los arquitectos en las universidades, por lo general. Lo más común es atenerse a un curriculum bastante manido, aunque bueno, de la arquitectura en Europa del Norte y en Norteamérica o Australia, etc. (Lesta, 1995, pág. 513)

El planteamiento de Lesta, aunque va hacia el enfoque de la invisibilización de otros protagonistas de la arquitectura en América Latina concluye con una explicación del porque desde las universidades no se ha puesto en valor a estos otros protagonistas; según Lesta es por la incorporación de un curriculum en las universidades proveniente de otras realidades y superpuesto a la realidad latinoamericana, por lo tanto falta de originalidad, retomando aquí la definición que hace Gaudí de este término “ser original es volver al origen” (Gaudí, S/F).

Las escuelas de arquitectura no se han responsabilizado desde sus aulas de formar a profesionistas que valoren las realidades de sus contextos locales, sin bien como se plantea al inicio de este subcapítulo esto es causa de la implantación de programas curriculares con influencia de países hegemónicos, es también cierto que se ha negado

la posibilidad de fomentar el pensamiento para aprender a mirar críticamente las realidades latinoamericanas. Saldarriaga ya plantea que

Se trata, en muchos casos, de actuar académicamente como si los vicios y errores de esa práctica no existieran, para purificar la enseñanza, o al menos para mostrar una cara menos codiciosa o irresponsable. La falta, en el seno de la enseñanza, de una actitud crítica definida frente a la práctica, no permite formar criterios claros en el estudiante, quien finalmente se guía por sus propios instintos, sus influencias y sus intereses, sin entender de qué se habla cuando se califica o descalifica la arquitectura y la ciudad que le rodean (Saldarriaga Roa, 1996, pág. 19).

La crítica del planteamiento de Saldarriaga es hacia la condición de las escuelas de arquitectura y su influencia en el entender la realidad que rodea a los profesionistas egresados de sus aulas, el autor afirma que de alguna forma lo que se busca al interior de las escuelas es la de adornar los contextos; se enseña como si las crisis de hábitat no estuvieran presentes, se enseña a asumir problemas de forma y de función pero no de intervención en la complejidad de los ambientes de las masas ni de los aspectos informales de la vida urbana latinoamericana; se enseña desde paradigmas monumentales y estéticos, con un involucramiento hacia el modelado de una arquitectura escultórica, más hacia formas e imágenes que hacia la dignificación de la calidad de vida de las masas (Saldarriaga Roa, 1996).

Según Saldarriaga, la comprensión para el análisis y crítica de estas realidades desde la arquitectura y el urbanismo se profundizan desde la historia y teoría que han guiado la acción y procesos culturales a lo largo del tiempo, y constituye uno de los ejes principales de la enseñanza en arquitectura (Saldarriaga Roa, 1996). La propuesta es que las asignaturas de historia y teoría fomentan el pensamiento en los estudiantes de arquitectura, pues esta lo que hace es analizar teórica e historiográficamente los contextos socioculturales de un territorio interpretando como evidencia a sus formas arquitectónicas.

#### *Una propuesta desde Valoración de la arquitectura en México*

El saber pensar desde la arquitectura desarrolla la capacidad de entender el contexto sobre el que se inserta la arquitectura y el urbanismo desde el presente y el pasado, y es esta la analogía que se hace del porque la historia fomenta el desarrollo del pensamiento. El conocimiento teórico e histórico en la arquitectura acerca los contextos de cada época que se analiza; la historia es un cumulo de conocimientos ordenado de manera cronológica que nos permiten acercarnos a una época diferente a la nuestra para comprenderla y analizarla y esto permite que la historia de la arquitectura comprenda no solo los contextos del pasado y sus obras arquitectónicas, sino que acerque a analizar y a comprender los contextos contemporáneos y sus obras arquitectónicas “El conocimiento de la Historia dimensiona el pensamiento arquitectónico en el espacio y en el tiempo” (Saldarriaga Roa, 1996, pág. 124).

La asignatura de Valoración de la Arquitectura en México corresponde al eje temático de historia y teoría de la arquitectura del programa educativo de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se imparte en el séptimo semestre y tiene como objetivo presentar los contextos estéticos, sociales y simbólicos de la arquitectura desarrollada desde la creación de la Academia de San Carlos hasta la arquitectura contemporánea mexicana.

#### *Descripción del método*

El tipo de estudio desde el que se abordara la presente investigación responde a un enfoque cualitativo, dicho enfoque al igual que el cuantitativo, lleva acabo observación, plantea supuestos, demuestra el grado de fundamentos de los supuestos, analiza los supuestos en base a los datos y plantean nuevas observaciones; con la diferencia que en la investigación con enfoque cualitativa los datos no poseen medición numérica para su interpretación, a lo largo de la recolección y análisis de datos se pueden plantear nuevas preguntas o hipótesis, los procesos de indagación son dinámicos entre los hechos y su interpretación y la secuencia de los procesos varía según cada estudio. Una de las cosas que permite el enriquecimiento de las investigaciones cualitativas es que a lo largo de todo el proceso se mantiene una continua revisión de la literatura lo que potencializa el dinamismo de estas investigaciones. En conclusión la investigación cualitativa “se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 1991, pág. 364), bajo un corte teórico metodológico de tipo exploratorio, descriptivo y analítico. Esto pues se busca estudiar la puesta en valor de los contextos locales desde el aprovechamiento de los aspectos informales de la vida urbana con una postura que permita identificar cual es el rol de las asignaturas de historia y teoría de la arquitectura en esta problemática.

Exploratorio pues el área a investigar no ha sido explorada aun en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, si, de forma escasa en otras universidades de América Latina y México, especialmente en Colombia, Argentina y Chile, en el caso de México la experiencia es limitada.

Descriptivo pues lo primero que se busca hacer es explicar el fenómeno de manera detallada y como se ha abordado desde las distintas realidades para así tener un primer acercamiento a la realidad de la UAEH.

Análítico pues con la información obtenida previamente se pretende realizar un análisis crítico para obtener resultados que permitan visualizar el rol de las asignaturas de historia desde una perspectiva específica y general.

Esto con el objetivo de comparar los resultados con el supuesto de la investigación.

### *Conclusión*

Las asignaturas teórico-históricas de la Licenciatura en Arquitectura se convierten en un escenario para fomentar el desarrollo del pensamiento con miras hacia la valorización de los contextos locales, a través de la enseñanza de un vocabulario que permita describir las realidades, y a través de un programa replanteado alejado de las concepciones arquitectónicas occidentales, desde el entendido que la problemática no es únicamente de la enseñanza de la historia en arquitectura sino de la integración de todo el plan de estudios y de una arquitectura que se ha colocado como respuesta a los sistemas dominantes en las sociedades.

### **Referencias**

- Castaño, J. E., Bernal, M. E., Cardona, D. A., & Ramírez, I. C. (julio-diciembre de 2005). La enseñanza de la arquitectura. Una mirada crítica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 1(1), 125-147.
- Curtit, G. (2014). Enseñar historia, formar arquitectos. *Arquitectura, historia y aprendizaje. VI Encuentro de Docentes e Investigadores en Historia del Diseño, la Arquitectura y la Ciudad "Iván Hernández Larguía"* (págs. 1-12). La Plata: UNLP.
- Eco, H. (1986). *La estructura ausente. Introducción a la semiótica*. Barcelona: Lumen.
- Gaudí, A. (S/F). Obtenido de <https://www.diariodeleon.es/articulo/destinos/original-es-volver-origen/201806150400011774693.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación* (5° ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- Lesta, F. (1995). *Arquitectura y Sociedad. Realidad: Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*(45), 511-522. Obtenido de <https://doi.org/10.5377/realidad.v0i45.5138>
- McGuirk, J. (2015). *Ciudades radicales. Un viaje a la nueva arquitectura latinoamericana*. Madrid: Turner Noema.
- Saldarriaga Roa, A. (1996). *Aprender arquitectura* (Primera ed.). Santafé de Bogotá: Corona. Recuperado el Agosto de 2020

# Actualización de un sistema mecatrónico para ser utilizado como mesa basculante empleando un sistema embebido con plataforma FPGA

Ing. Emmanuel Vera Sánchez<sup>1</sup>, Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño<sup>2</sup>, Dr. Sergio Vergara Limon<sup>3</sup>, Dr. Jesús López Gómez<sup>4</sup> y Dra. Amparo Palomino Merino<sup>5</sup>

**Resumen**— En este artículo se presenta la actualización de un sistema mecatrónico usado como mesa basculante, el cual fue desarrollado en las instalaciones de la maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) en el año 2015, los cambios implementados en este prototipo se dieron en la etapa de potencia y en el sistema embebido. A lo largo de este artículo se da una breve semblanza de la situación actual que envuelve a nuestro país y la importancia que tiene el desarrollo de este tipo de tecnología, posteriormente se abordan los aspectos técnicos de las actualizaciones implementadas, presentando puntos como la fuente de alimentación, el puente H de potencia y aspectos generales del sistema embebido.

**Palabras clave**— Mecatrónica, mesa basculante, sistema embebido, FPGA

## Introducción

La población con discapacidad es un grupo de especial atención, básicamente porque es una parte de la sociedad que interesa desde diversas perspectivas a los sectores de la administración pública, a las instituciones privadas y a las organizaciones no gubernamentales.

Para el año 2018 en México residían en el país aproximadamente 124.9 millones de personas de los cuales 7.8 millones cuentan con alguna discapacidad de acuerdo con los datos tomados de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID 2018), esto representa aproximadamente el 6.2 % de la población nacional (INEGI, 2018).

En el año 2014 en Puebla residían aproximadamente 319 500 personas con discapacidad, siendo un 62.1% de este total, las personas que tienen dificultad para caminar, subir o bajar usando sus piernas y el 33.8% aquellas personas que tienen dificultades para mover o usar brazos o manos (INEGI, 2017).

En este contexto, la fisioterapia juega un papel fundamental en el manejo de pacientes con discapacidades de tipo motriz, puesto que ofrecen diversas alternativas que pueden ayudar a los pacientes a mejorar su calidad de vida, sin embargo, la desinformación y la limitada literatura acerca de los alcances y beneficios de la fisioterapia, disminuyen la posibilidad de una amplia aplicación (G. Nielsen et al, 2014).

Debido al gran reto que se presenta en nuestro país, este trabajo tiene como objetivo la actualización de una mesa basculante que pretende ofrecer una alternativa óptima para el tratamiento fisioterapéutico de pacientes con discapacidades motrices que imposibiliten su movimiento parcial o total, obligándolos a permanecer en un estado de reposo permanente.

## Descripción del Método

### Antecedentes

La evolución de las camas hospitalarias a lo largo de la historia se puede dividir en cuatro etapas principales, las cuales no se encuentran diferenciadas con claridad en cuanto al tiempo y espacio, estas cuatro etapas son: instintiva, artesanal, técnica y electrónica (G. Fajardo y G. Fajardo, 2010).

Fue durante la cuarta etapa, la cual inició con la Segunda Revolución Industrial, a fines del siglo XIX, donde se presentó una “robotización” o automatización de las camas de hospital, dando lugar a una variedad de estilos de

<sup>1</sup> Ing. Emmanuel Vera Sánchez es Alumno de la Maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. [emmanuel.vera@alumno.buap.mx](mailto:emmanuel.vera@alumno.buap.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño es Profesora de la Maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México [aurora.vargas@correo.buap.mx](mailto:aurora.vargas@correo.buap.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Sergio Vergara Limon es Profesor de la Maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. [sergio.vergara@correo.buap.mx](mailto:sergio.vergara@correo.buap.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Jesús López Gómez es Profesor de la División Académica de Ingeniería y Arquitectura, en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DAIA-UJAT), Tabasco, México. [jlgo6599@docente.ujat.mx](mailto:jlgo6599@docente.ujat.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Ampara Palomino Merino es Profesora de la Maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. [amparo.palomino@correo.buap.mx](mailto:amparo.palomino@correo.buap.mx)



camas como: camas para cuidados intensivos, camas Stricker, camas de Fowler para obesos, camas con doble elevación telescópica, camas ortopédicas, camas geriátricas, etcétera (G. Fajardo y G. Fajardo, 2010).

A mediados de 1980 Kenny y sus colaboradores introdujeron la mesa basculante como una herramienta útil de diagnóstico clínico y evaluación del síncope vasovagal. Esta investigación mostro una respuesta anormal a la cama de inclinación en 10 de 15 pacientes con síncope de origen desconocido (M. Brignole et al, 2001).

*Diseño del sistema mecatrónico*

Las principales características con las que cuenta el prototipo desarrollado en la BUAP durante el año 2015 (M. M. Oropeza Saucedo, 2015), se describen en la tabla 1.

Altura fija de 81 cm
Ancho de 71 cm
Largo de 183 cm
Motor de 40 V
Cable de alimentación de 3 m. de largo
Sistema de inclinación eléctrico de 0° a 90°
Diseñada para rehabilitación



Tabla 1. Principales características de la mesa basculante

Figura 1. Mesa de inclinación

El prototipo base tiene incorporado un sistema embebido que utiliza una tarjeta FPGA Cyclone III con matrícula EP3C10F256C6 de Altera el cual mediante firmware se encarga de realizar las labores de control; la comunicación entre el sistema y la interfaz de usuario se generó utilizando una interfaz inalámbrica Wi-Fi (M. M. Oropeza Saucedo, 2015). Consulte figura 2.

Como control de mandos para poder manipular la posición deseada de la mesa basculante se realizó una interfaz de usuario en el ambiente de programación LabVIEW, mientras que para la etapa de potencia se desarrolló una fuente analógica que proporciona 10A a 40V y un puente H para el cambio de dirección (M. M. Oropeza Saucedo, 2015).

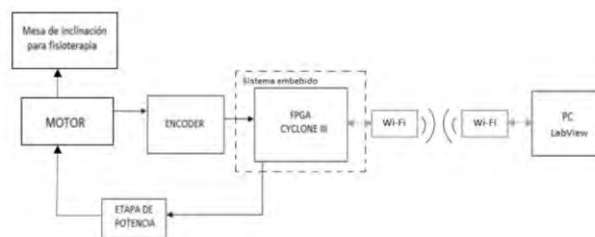


Figura 2. Diagrama a Bloques de la mesa de inclinación

*Modelo cinemático y dinámico*

En el trabajo desarrollado en el año 2015 se consideró la mesa basculante como un mecanismo de 2 grados de libertad con uno sub-actuado el cual se mueve en el plano x-y. En la figura 3 se muestra el esquema utilizado para obtener el modelo cinemático y dinámico (M. M. Oropeza Saucedo, 2015).

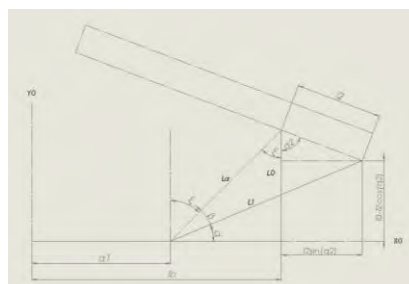


Figura 3. Diagrama a Bloques de la mesa de inclinación

En la tabla 2 se describen cada uno de los parámetros.

Símbolo	Parámetro
$q_1$	Posición articular prismática
$q_2$	Posición articular rotacional
$l_0$	Longitud del eslabón fijo
$l_1$	Longitud de la palanca
$l_2$	Longitud del extremo final de la palanca al extremo final del eslabón fijo

Tabla 2. Parámetros utilizados en el modelado cinemático y dinámico

Del análisis cinemático se obtiene la siguiente ecuación la cual describe el ángulo de inclinación de la mesa basculante en función de la posición de la articulación prismática y de los parámetros geométricos del sistema.

$$q_2 = \cos^{-1} \left[ \frac{l_0 - l_1 \sin \left[ 90 - \sin^{-1} \left[ \frac{lb - q_1}{la} \right] - \cos^{-1} \left[ \frac{la^2 + l_1^2 - l_2^2}{2lal_1} \right] \right]}{l_2} \right] \quad (1)$$

Para el desarrollo del modelo dinámico se utilizó la metodología de Euler-Lagrange que parte de la cinemática directa y permite obtener las ecuaciones dinámicas de movimiento.

$$\tau = \frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial \mathcal{L}(q, \dot{q})}{\partial \dot{q}} \right] - \frac{\partial \mathcal{L}(q, \dot{q})}{\partial q} + f_f(f_e, \dot{q}) \quad (2)$$

#### Actualización de la etapa de potencia del sistema

Como se mencionó en las secciones anteriores en el prototipo original se implementó una fuente analógica que está elaborada con un transformador de 40 V a 10 A, un puente de diodos rectificadores en un encapsulado cuadrado con una capacidad de 10 A y un banco de capacitores de 145mF, figura 4.

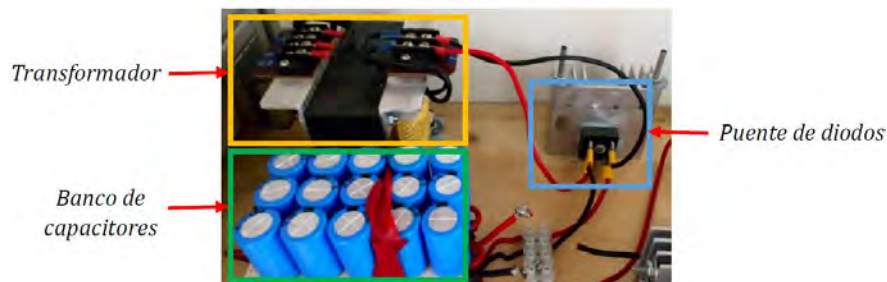


Figura 4. Detalles de la fuente analógica

Para reducir el volumen ocupado y bajar costos se optó por cambiar dicho montaje por una fuente conmutada que brindara niveles de tensión y corriente similares. Figura 5.



Figura 5. Fuente conmutada propuesta

El circuito eléctrico del puente H y la implementación física del mismo en el prototipo del año 2015 se muestran en las figuras 6 y 7 respectivamente.

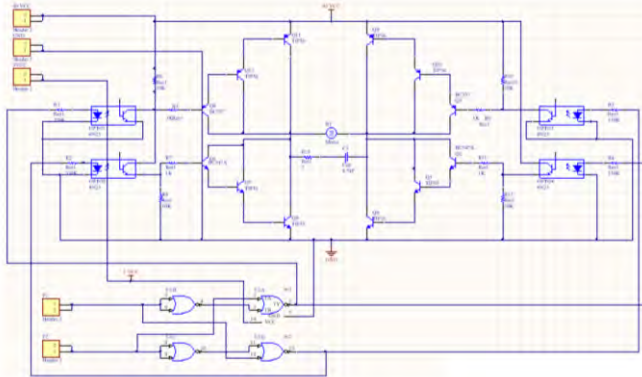


Figura 6. Esquema electrónico puente H

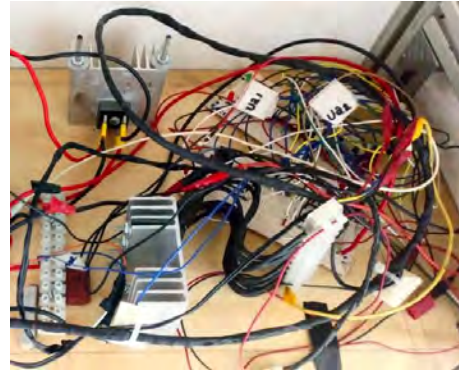


Figura 7. Implementación física

Para la actualización del puente H se realizaron pequeñas modificaciones en el esquema electrónico, las cuales evitan el uso de optoacopladores y permiten la activación del mismo a través de transistores de pequeña señal, figura 8. Se realizó un circuito impreso para evitar el uso de tarjetas perforadas y conexiones no apropiadas en el montaje, los resultados se muestran en la figura 9.

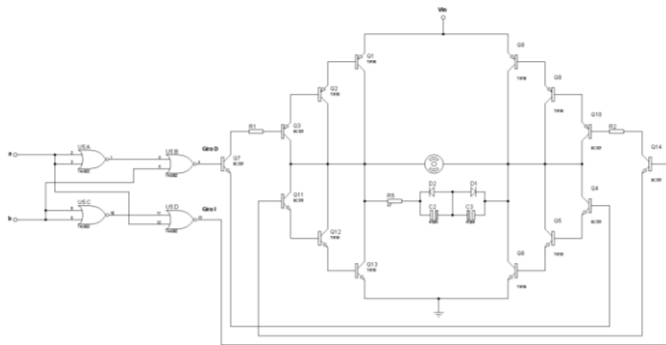


Figura 8. Diagrama electrónico actualización puente H



Figura 9. Implementación física

### Actualización del sistema embebido

Para implementar el sistema embebido del primer prototipo se utilizó una tarjeta de desarrollo elaborada en las instalaciones del posgrado en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización de la BUAP, dicha tarjeta de desarrollo cuenta con un FPGA de la familia Cyclone III de la empresa ALTERA con matrícula EP3C10F256C6 figura 10. Utilizando este sistema se hace necesario generar los bloques de firmware de cada uno de los subsistemas encargados del control y comunicación.

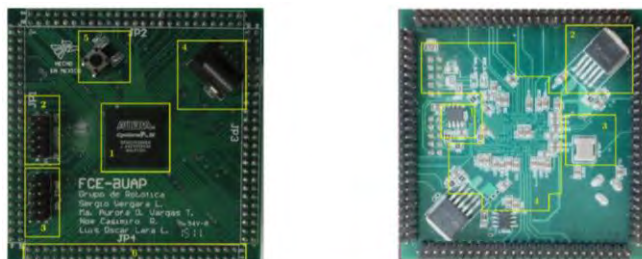


Figura 10. Tarjeta de desarrollo con FPGA Cyclone III

Con el objetivo de reducir el tiempo de desarrollo e implementar una plataforma más robusta con mejores características, se incorpora un sistema igualmente basado en FPGA que contiene un microprocesador y todos los elementos necesarios para cerrar el lazo de control de la mesa basculante y establecer una comunicación adecuada con la interfaz de usuario vía Wi-Fi. El esquema general de la mesa basculante implementando el nuevo sistema embebido se muestra en la Figura 11.

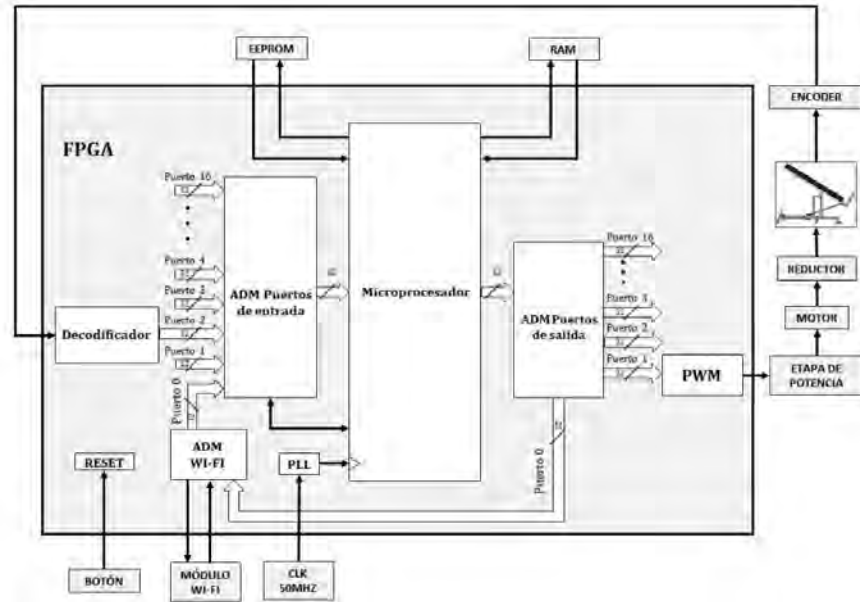


Figura 11. Esquema general del sistema implementando el nuevo sistema embebido

Este sistema embebido utiliza una tarjeta de desarrollo DE0-CV figura 12 y una interfaz de usuario desarrollada en LabView Figura 13.

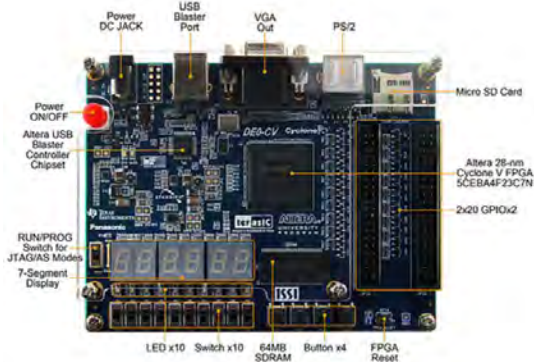


Figura 12. Tarjeta de desarrollo DE0-CV



Figura 13. Interfaz de usuario en LabView

### Resumen de resultados

Utilizando las ecuaciones obtenidas a través del modelado dinámico fue posible generar una simulación mediante el programa MATLAB para evaluar el comportamiento del sistema aplicando un controlador, en la Figura 12 se muestra la evolución en el tiempo de las posiciones para el embolo y el ángulo de inclinación de la mesa basculante, mientras que en la figura 13 se presenta el error de posición del embolo y el torque aplicado.

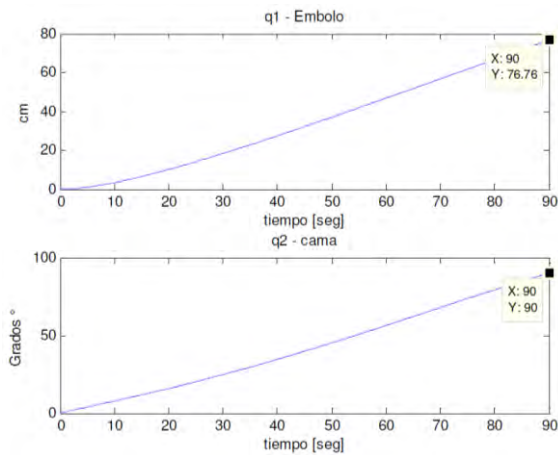


Figura 12. Análisis de posición

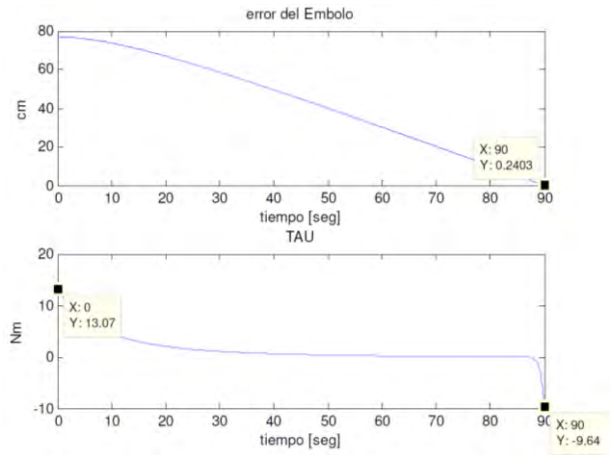


Figura 13. Error de posición y torque aplicado

La implementación del circuito impreso, así como el cambio de fuente analógica a conmutada, permitió reducir el volumen de esta sección además de que, en caso de existir algún fallo en alguno de los componentes de la etapa de potencia, se puede acceder a cada uno de los elementos de manera sencilla.

### Conclusiones

Después de haber montado el nuevo sistema de potencia y realizar pruebas con el prototipo en lazo abierto, se muestra que esta etapa trabaja de manera óptima, sin embargo, es necesario cerrar el lazo de control para determinar que no existe ningún fallo en el funcionamiento del sistema.

La implementación del nuevo sistema embebido permitió un gran ahorro de tiempo en la integración general del sistema puesto que al no existir una necesidad de desarrollo de firmware es posible centrarnos en aspecto como la adquisición de datos.

### Referencias

- G. Nielsen et al., "Physiotherapy for functional motor disorders: a consensus recommendation", *J Neurol Neurosurg Psychiatr*, vol. 86, pp. 1113–1119, 2014.
- G. Fajardo y G. Fajardo, "Historia de la cama de hospital, investigación en diversos lugares y tiempos", *Gaceta Médica de México*, vol. 146, pp. 219-224, 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica", 2018. [En línea]. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enadid/2018/doc/resultados\\_enadid18.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enadid/2018/doc/resultados_enadid18.pdf).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, "La discapacidad en México, datos al 2014, versión 2017", 2017. [En línea]. Disponible en: [http://conadis-transparencia.org/transparencia\\_focalizada/La\\_discapacidad\\_en\\_Mexico\\_datos\\_al\\_2014\\_Version\\_2017.pdf](http://conadis-transparencia.org/transparencia_focalizada/La_discapacidad_en_Mexico_datos_al_2014_Version_2017.pdf).
- M. Brignole et al., "Guidelines on management (diagnosis and treatment) of syncope", *European Heart Journal*, vol. 22, pp. 1256-1306, 2001.
- M. M. Oropeza Saucedo. *Automatización de una mesa de inclinación para fisioterapia usando un sistema embebido*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2015

# Análisis de requerimientos de hardware funcionales de forma automática a través de árboles sintácticos

Ing. Alejandra Victoria Alcaraz<sup>1</sup>,  
Mtro. Gustavo Espejel Salazar<sup>2</sup>

**Resumen**—El proceso de validación juega un papel muy importante en empresas como Intel® y comienza con la definición de casos de prueba, estos se obtienen de forma manual por los ingenieros de validación a partir de los requerimientos funcionales, por lo tanto es una actividad susceptible a errores. De reducir el tiempo de análisis de requerimientos, automatizando el análisis y generando casos de prueba de manera automática se ahorraría mucho tiempo. Este artículo presenta la alternativa para el análisis automático de requerimientos por medio del diseño de una gramática libre de contexto que describe el lenguaje usado para definir los requerimientos funcionales de hardware. Esta gramática es capaz de generar ahora un árbol sintáctico a partir de requerimientos funcionales donde cada nodo representa un elemento importante del requerimiento.

**Palabras clave**—Requerimientos, validación, casos de prueba, gramáticas libres de contexto.

## Introducción

La validación funcional de hardware se refiere a una etapa específica dentro del proceso de diseño y manufactura de un chip. Como lo define Mozhikunnath (2016), es el proceso en el cual el silicio es probado funcionalmente en una configuración de laboratorio. Esto se hace usando el chip real ensamblado en una plataforma de referencia junto con los demás componentes que son parte del sistema para el cual el chip fue diseñado. La meta es validar todos los casos de uso que un cliente puede eventualmente tener en una implementación real.

Los casos de uso o casos de prueba que se usan en la validación se obtienen de los requerimientos del sistema, Espejel (2019) define a la verificación como la comprobación de que el sistema cumple con los requisitos funcionales y no funcionales de su especificación. De esta manera se requiere de un proceso de análisis de los requerimientos que genere como salida los casos de prueba que serán ejecutados en la etapa de validación.

Comúnmente este proceso de análisis es llevado a cabo por los ingenieros de validación, en Intel® está comprobado que esta actividad es costosa. Sin embargo, a pesar de los costos se mantienen estas actividades porque se tiene presente que los planes de pruebas constituyen la actividad más crítica y fundamental en la preparación hacia la validación de post-silicio (Prabhat et al. 2017).

En este trabajo se busca probar que dentro de Intel® es posible automatizar el análisis de requerimientos funcionales a través de árboles sintácticos a fin de que se reduzca el periodo de validación y por lo tanto se reduzcan costos. Aunado a esto, se obtendrían los beneficios de eliminar los errores introducidos por el factor humano al automatizar este proceso.

## Marco Teórico

### *Ingeniería de requerimientos*

El proceso de ingeniería de requerimientos es una etapa temprana importante en el ciclo de vida de los sistemas de ingeniería, su meta es desarrollar y mantener un buen conjunto de requerimientos, su importancia estriba en el hecho de que el 35% de las fallas son introducidas en esta etapa del ciclo de vida de acuerdo con Siu et al. (2017).

### *Teoría de autómatas y lenguajes formales*

De acuerdo con Málaga (2008), los lenguajes se definen como un conjunto de palabras formadas por símbolos de un alfabeto, las gramáticas permiten definir la estructura de un lenguaje, y los autómatas son los dispositivos teóricos que reciben cadenas de símbolos y determinan si pertenecen o no a un determinado lenguaje. Existen diferentes tipos de autómatas de acuerdo con su nivel de complejidad: los Autómatas Finitos son el grupo más sencillo, los Autómatas de Pila y los Autómatas Linealmente Acotados son del nivel intermedio, y las Máquinas de Turing son los autómatas más complejos.

<sup>1</sup> Ing. Alejandra Victoria Alcaraz es Estudiante de la Maestría Sistemas Inteligentes Multimedia en el Posgrado CIATEQ A.C. [ale.victoria.alcaraz@gmail.com](mailto:ale.victoria.alcaraz@gmail.com) (autor corresponsal)

Ing. de validación en Intel Tecnología de México S.A. de C.V. [alejandra.victoria.alcaraz@intel.com](mailto:alejandra.victoria.alcaraz@intel.com)

<sup>2</sup> Mtro. Gustavo Espejel Salazar es Asesor de Tesis en Posgrado CIATEQ A.C. [gespejels@gmail.com](mailto:gespejels@gmail.com)  
Ing. en General Electric Company (GE). [gustavo.espejel@ge.com](mailto:gustavo.espejel@ge.com)

En la década de los años 50s el lingüista y pensador Noam Chomsky clasificó las gramáticas y los lenguajes que estas generan de acuerdo con una jerarquía de cuatro niveles como se muestra en la Figura 1. De manera sorprendente, es posible establecer una relación uno a uno entre los diferentes niveles de esta jerarquía de gramáticas y lenguajes, y los grupos de autómatas que podrán reconocer dichos lenguajes.

#### Gramáticas libres de contexto

Para nuestro propósito se diseñó una gramática libre de contexto, de acuerdo con Gómez (2015), estas son las gramáticas que típicamente se usan para definir los lenguajes de programación modernos ya que es posible diseñar un algoritmo que decida si un programa es sintácticamente válido, y para nuestro propósito nos es de utilidad una gramática que reconozca la sintaxis de un requerimiento funcional y nos entregue el requerimiento fraccionado en sus partes clave.

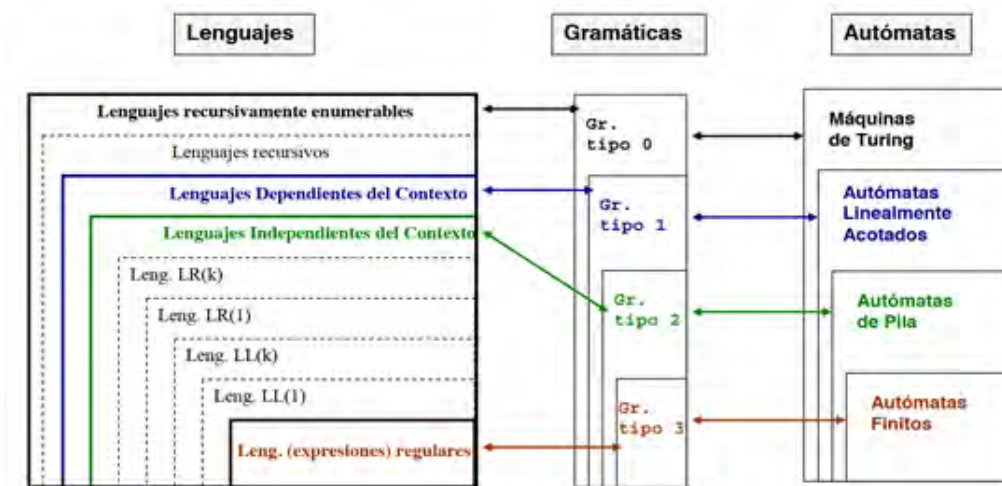


Figura 1. Jerarquía de gramáticas, lenguajes y autómatas (Málaga, 2008)

#### Compiladores

En la implementación de este analizador automático se usan las bases teóricas acerca de los compiladores, los cuales son programas que traducen de un lenguaje de alto nivel a uno de bajo nivel. (Málaga 2008)

Un compilador es un programa complejo en el que se puede establecer una división lógica en fases: análisis léxico, análisis sintáctico y análisis semántico. En el trabajo de Espejel (2019) la etapa del análisis semántico se utiliza para la generación automática de casos de prueba.

#### Análisis léxico

El analizador léxico, también conocido como scanner, lee los caracteres del programa fuente, uno a uno, desde el fichero de entrada y va formando grupos de caracteres con alguna relación entre sí (tokens). (Málaga 2008)

#### Análisis sintáctico

El analizador sintáctico, también llamado parser, recibe como entrada los tokens que genera el analizador léxico y comprueba si estos tokens van llegando en el orden correcto. Siempre que no se hayan producido errores, la salida teórica de esta fase del compilador será un árbol sintáctico. (Málaga 2008)

### Descripción del Método

#### Reseña de las dificultades de la búsqueda

La principal dificultad al realizar esta investigación fue que los requerimientos no están escritos en un estilo estandarizado. De acuerdo con Scott et al. (2004), los requerimientos deficientes son citados frecuentemente como la principal causa de la falla de proyectos. Es común encontrar empresas que tienen problemas en el manejo de los requerimientos, algunos estudios de campo que se hicieron en compañías de Australia sobre las prácticas de ingeniería de requerimientos y las áreas de mejora concluyeron que los problemas fueron organizacionales y no técnicos por naturaleza, por ejemplo, administración de la documentación y manejo de incertidumbre (Martin S. et al. 2002).

Para este trabajo se tomó una muestra de requerimientos funcionales de los distintos componentes que conforman a un servidor en Intel® y se encontró un patrón en la mayoría de ellos que refleja que estos requerimientos tienen la siguiente forma: bajo ciertas condiciones, cuando ocurre alguno o varios eventos, entonces

se deben disparar uno o más flujos de acción; resultando así, que un requerimiento funcional tiene una estructura como la Ecuación 1.

#### Ecuación 1. Estructura de un Requerimiento Funcional

*REQUERIMIENTO FUNCIONAL* → *Si CONDICIONES cuando EVENTOS, entonces RESULTADOS*

Una vez encontrado este patrón en los requerimientos funcionales, la pregunta fue cómo procesar computacionalmente los requerimientos escritos en inglés para que se reconozcan los elementos de la estructura de manera automática.

#### *Diseño de solución*

Existen trabajos que se han hecho con el mismo objetivo de analizar requerimientos para generar automáticamente casos de prueba, uno de estos trabajos es la herramienta de ASSERT™ desarrollada dentro de General Electric, la cual acepta requerimientos formalizados para después analizarlos en base a un modelo de dominios construido a partir de un lenguaje ontológico (Siu et al, 2017). Otra herramienta es la desarrollada por Espejel (2019), la cual acepta requerimientos expresados en forma de diagramas de actividad UML (Lenguaje Unificado de Modelado), usando la sintaxis de PlantUML (herramienta de código abierto) y a partir de ahí genera un árbol sintáctico que sustituye grafos utilizados en la generación automática de casos de prueba a partir de diagramas UML.

Este trabajo logró combinar las propuestas usadas en los trabajos de (Siu et al, 2017) y Espejel (2019), y adaptarlas para ser compatibles con las necesidades del equipo de validación de servidores de Intel®, para diseñar una solución a nuestro problema de procesamiento de requerimientos. En Intel® los requerimientos son documentados en lenguaje inglés y el fin fue procesarlos a partir de este formato, por lo que se tomó la idea del trabajo de ASSERT™ (Siu et al. 2017) de estandarizar el formato para la escritura de requerimientos. Y para el procesamiento de requerimientos se tomó la idea del trabajo de Espejel (2019) sobre el uso de gramáticas y teoría de compiladores para procesar los archivos de entrada y generar un árbol sintáctico con los elementos clave de los requerimientos que permita construir los casos de prueba.

## Resultados

### *Gramática de Requerimientos Funcionales*

Se diseñó una gramática que permitiera describir los requerimientos funcionales que tienen la estructura mostrada en la Ecuación 1. Esta gramática, mostrada en la Figura 2, permite hacer un análisis sintáctico de un requerimiento en sus elementos clave por medio del analizador léxico y sintáctico.

```
REQUERIMIENTOS => REQUERIMIENTO | REQUERIMIENTO REQUERIMIENTOS
REQUERIMIENTO => FUNCIONAL
FUNCIONAL      => if and only if CONDICIONES when EVENTOS then RESULTADOS

CONDICIONES    => CONDICION | CONDICION and CONDICIONES | CONDICION or CONDICIONES
CONDICION      => COMPONENTE.REGISTRO = VALOR
COMPONENTE     => identificador
REGISTRO       => identificador
VALOR          => numero_entero

EVENTOS        => EVENTO | EVENTO and EVENTOS | EVENTO or EVENTOS
EVENTO         => MENSAJE VERB the DESTINO
MENSAJE        => identifier
DESTINO        => identifier

RESULTADOS     => RESULTADO | RESULTADO and RESULTADOS | RESULTADO or RESULTADOS
RESULTADO      => MENSAJE DEBER ACCION
DEBER          => must be | must not be
ACCION         => triggered | discarded | transmitted.
```

Figura 2. Gramática para requerimientos funcionales



### Analizador léxico y sintáctico

Para la implementación de los analizadores léxicos se utilizan los Autómatas Finitos Determinísticos que fueron construidos a partir de las expresiones regulares mostradas en la Figura 3.

```
<?xml version='1.0' ?>
<regular_expressions>
  <integernumber ignore="no">[0-9][0-9]*</integernumber>
  <identifier ignore="no">([a-z]|[A-Z]|_)([a-z]|[A-Z]|[0-9]|_)*</identifier>
  <onedot ignore="no">.</onedot>
  <openbraket ignore="no">\[</openbraket>
  <closebraket ignore="no">\]</closebraket>
  <openparentesis ignore="no">\(</openparentesis>
  <closeparentesis ignore="no">\)</closeparentesis>
  <pipe ignore="no">|</pipe>
  <inverteddiagonal ignore="no">\\</inverteddiagonal>
  <tilde ignore="no">~</tilde>
  <lessthan ignore="no">&lt;</lessthan>
  <greaterthan ignore="no">&gt;</greaterthan>
  <equal ignore="no">=</equal>
  <assign ignore="no">=</assign>
  <arrow ignore="no">-&gt;</arrow>
  <openquestionmark ignore="no">?</openquestionmark>
  <closequestionmark ignore="no">¿</closequestionmark>
  <arroba ignore="no">@</arroba>
  <plus ignore="no">+</plus>
  <minus ignore="no">-</minus>
</regular_expressions>
```

Figura 3. Expresiones regulares

El analizador sintáctico está implementado utilizando un algoritmo de back-tracking que hace uso de la gramática diseñada mostrada en la Figura 2 y recibe como entrada un archivo que contiene un requerimiento escrito en la forma estandarizada que definimos en la Ecuación 1.

En la Figura 4 se muestra el requerimiento de ejemplo que se utilizó para probar los analizadores léxico y sintáctico.

```
if and only if
  DPCCTLR.DPCTE=1
  and
  DPCCAPR.RPEFDPC=1
  and
  DPCECH.PTLPEBS=1
  and
  DPCCTLR.PTLPEBE=1
  and
  UEM.PT=0
  and
  DPCCTLR.DPCCC=1
when
  a_poisoned_TLP targets the egress_port
then
  DPC must be triggered
  and
  the_poisoned_TLP must be discarded
  and
  the_poisoned_TLP must not be transmitted
```

Figura 4. Ejemplo de requerimiento funcional

En la Figura 5 se muestran el árbol sintáctico obtenido al hacer uso de los analizadores utilizando la gramática diseñada y el requerimiento de ejemplo.

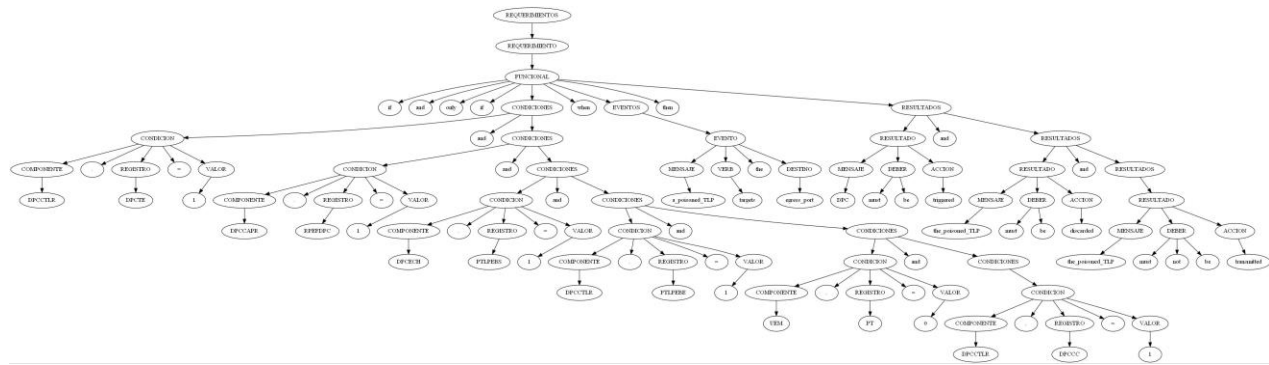


Figura 5. Árbol sintáctico

Se puede observar cómo se forma cada nodo con los elementos clave que están definidos en la gramática, en la Figura 6 que es un fragmento de la Figura 5, se puede apreciar mejor cómo se desglosan las condiciones que están presentes en el requerimiento.

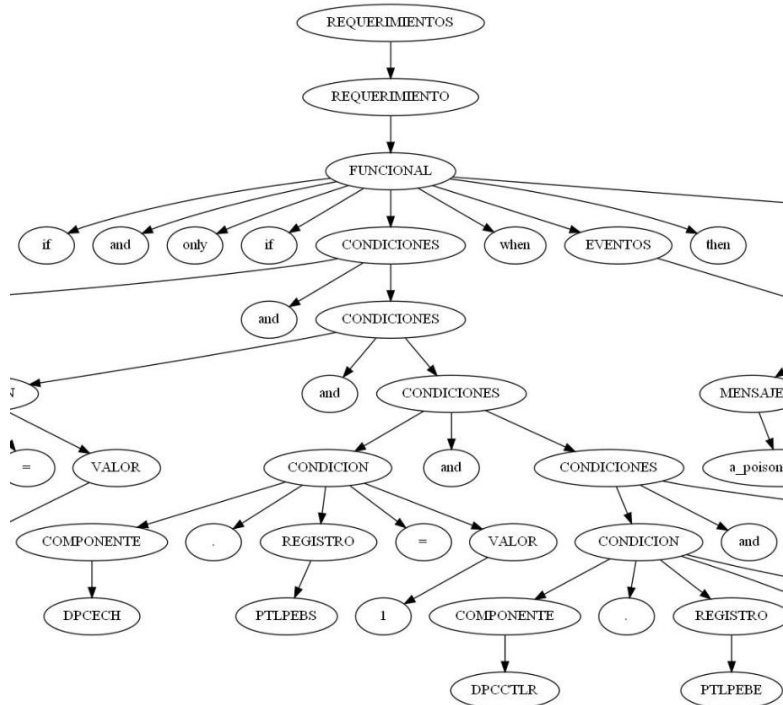


Figura 6. Enfoque en las condiciones

### Comentarios Finales

Sería aquí el espacio para añadir los comentarios finales, que casi siempre incluyen un resumen de los resultados, las conclusiones, y las recomendaciones que hacen los autores para seguir el trabajo. Esta sección puede tener subsecciones.

### Conclusiones

En este trabajo investigativo se estudió una alternativa para hacer el análisis de requerimientos funcionales, buscando una manera de automatizar el proceso que permitiera llevarlo a cabo en menor cantidad de tiempo y libre de errores humanos. Se encontró que por medio de una gramática libre de contexto, usando un analizador léxico y

sintáctico se puede obtener el árbol sintáctico del requerimiento. Actualmente estoy trabajando en la tesis de la maestría para generar casos de prueba a partir de este árbol sintáctico.

### Referencias

- Espejel Salazar G. "Desarrollo de infraestructura para facilitar el análisis y la verificación de diagramas de actividad identificando los caminos funcionales modelados" Querétaro, Querétaro 2019.
- Gómez, D. y Pardo, Luis M. "Teoría de Autómatas y Lenguajes Formales" Santander: Universidad de Cantabria, 2015.
- Málaga Jurado, E. "Teoría de autómatas y lenguajes formales". Cáceres: Universidad de Extremadura, 2008. Vol. 55. 1135-870-X/978-84-691-6345-0.
- Martin S. et al. "Requirements Engineering Process Models in Practice" Melbourne: Deakin University, 2002. 0730025667
- Mozhikunnath, R. "Verification, Validation, testing of ASIC/SOC designs – What are the differences" anysilicon.com (en línea), CMC Microsystems, Septiembre 18, 2016, consultada por Internet el 19 de Septiembre de 2020. Dirección de internet: <http://anysilicon.com/verification-validation-testing-asicsoc-designs-differences/>.
- Prabhat, Mishra, et al. "Post-silicon validation in the SoC Era: A tutorial introduction" IEEE Design & Test, 2017, Vol. 34. 2168-2356/2168-2364
- Scott, W., Cook, S. y Kasser, J. "Development and Application of a Context-free Grammar for Requirements" Australia: In: SETE (2004 : Adelaide, S. Aust.). SETE 2004: Focussing on Project Success; Conference Proceedings; 8-10 November 2004. [Canberra, ACT]: Systems Engineering Society of Australia, 2004: [333]-[340]., 2004. 0957767285.
- Siu, K., Moitra, A., Durling, M., Crapo, A., Li, M., Yu, H., Herencia-Zapana, H., Castillo-Effen, M., Sen, S., McMillan, C., Russell, D., Roy, S., y Manolios, P. (2017). "Flight critical software and systems development using ASSERT™". 2017 IEEE/AIAA 36th Digital Avionics Systems Conference (DASC), 1–10. <https://doi.org/10.1109/DASC.2017.8102059>

# Implementación de la metodología DMAIC para incrementar la eficiencia en la fabricación de conectores eléctricos

M.C. Robertha Alicia Vidal Hernández<sup>1</sup>, M.A. Mario Javier Nieblas Nuñez<sup>2</sup>, M.C. Oscar Armando Villegas Matas<sup>3</sup>,  
M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña<sup>4</sup>, Ing. Javier González Beltrán<sup>5</sup>

**Resumen:** En el proyecto se mostrará como la aplicación de las herramientas de manufactura esbelta utilizadas permitieron lograr el objetivo de Incrementar la eficiencia de la línea de combo en las tres diferentes áreas: DX-SUB, BXonding y 2XX, del 35% a un 50% en un periodo determinado, implementando el método DMAIC y las herramientas de manufactura esbelta. Primeramente, se muestra la situación en las que se encontraban las líneas de producción, las estrategias propuestas y como se llevaron a cabo para mejorar la situación y lograr la mejora. La implementación está basada en un mapeo de proceso donde se resaltan las áreas de problemas y las oportunidades de mejora que se realizaron donde se muestra que los cambios fueron satisfactorios para aumentar la eficiencia de las áreas de trabajo.

**Palabras clave:** DMAIC, eficiencia

## Introducción

La empresa en la que se desarrolla el proyecto su visión es satisfacer las necesidades de los clientes a través de diseño, ingeniería, y tecnología de punta en conectores aeroespaciales, comerciales y militares. La política de calidad global de la empresa es mejor continuamente la calidad del producto, utilizando conceptos de manufactura esbelta y asegurando la satisfacción del cliente. Día con día es más frecuente encontrar empresas, con un alto grado de calidad debido a que utilizan métodos de Manufactura Esbelta en sus procesos de fabricación. El uso de tales métodos les permite obtener altos grados de eficiencia en la producción, mantener estándares elevados de calidad y la capacidad de realizar, con rapidez, las modificaciones que requiere el proceso productivo, para adecuarse a nuevas necesidades del mercado. La implementación de la metodología de DMAIC permite obtener resultados satisfactorios al aplicar gran variedad de herramientas lean y herramientas estadísticas durante el proceso de mejora, en el presente proyecto se muestra cómo se logró aumentar la eficiencia del 35% a un aproximado del 50%, con lo cual podremos cumplir con mayor cantidad de entregas a nuestros clientes en tiempo y forma con una buena calidad manteniendo estos logros y lograr nuevas oportunidades de mercado.

Este proyecto se realizó debido a la situación crítica de la empresa, donde los indicadores clave en producción son scrap, ODT (ordenes fuera de tiempo) y eficiencia, con base en los resultados que se obtuvieron meses atrás, en los que se midieron todas las áreas de ensamble final se identifica el área de Combo como la de menor eficiencia en la planta alcanzando solo un 35% del 80% que es la meta para todas las áreas.

## Desarrollo

### *Diagnóstico de la empresa*

La empresa es capaz de proporcionar una amplia gama de servicios de ingeniería y fabricación centrada en conectores aeroespaciales, comerciales y militares para satisfacer las necesidades de sus clientes. La misión de la empresa es proporcionar a nuestros clientes una experiencia de servicio superior y productos de alta calidad y servicios, logrados a través de apoyo de ingeniería, excelencia operacional, y la activa participación y potenciación de nuestro pueblo en la decisión de hacer el proceso con ingeniería de por vida.

<sup>1</sup> La M.C. Robertha Alicia Vidal Hernández es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, rvidal2000@hotmail.com

<sup>2</sup> El M.A. Mario Javier Nieblas Nuñez es director de las carreras de Ingeniería en Sistemas Productivos e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, mnieblas@utnogales.edu.mx

<sup>3</sup> El M.C. Oscar Armando Villegas Matas es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, oscarvillegas@live.com.mx

<sup>4</sup> La M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, iris\_nieblas@hotmail.com

<sup>5</sup> El Ing. Javier González Beltrán, es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, jagonzalez27449@hotmail.com

La política de calidad global es mejorar continuamente la calidad del producto, utilizando conceptos de manufactura esbelta y asegurando la satisfacción del cliente. Debemos de exceder las expectativas de nuestros clientes mientras que exhibimos nuestros valores centrales como integridad, respeto y responsabilidad a cada uno de nuestros clientes, quienes nutren las oportunidades de negocio en un ambiente de calidad global.

En el área de “Combo” se fabrican conectores eléctricos para diferentes propósitos ya sean aeroespaciales o militares para diversos clientes entre los cuales se encuentran piezas de costos muy altos los cuales contienen materiales como oro o plata y otros de menor precio por lo cual esta área es una de las más críticas en la compañía.

Actualmente en el área “Combo” se tiene un problema con la baja eficiencia al estar en promedio mensual de 35%, siendo la meta de la compañía del 80%, esta baja eficiencia está afectando a nuestros clientes en los tiempos de entrega, y afectando considerablemente en miles de dólares a la empresa. Esta condición se ha observado dentro de todo el periodo de trabajo que se muestra en este documento.

El proceso de balanceo de carga de trabajo del área de comercial no está debidamente implementado ya que no hay una manera ordenada de como cumplir con la planeación diaria que se les asigna a las áreas antes mencionadas, además que no está establecido un estándar para cada número de parte entre otras fallas del proceso.

### Estrategias aplicadas mediante la metodología DMAIC

Fase Definir: Con base a los resultados que se obtuvieron meses atrás, donde se midieron todas las áreas de ensamble final, se realizó un análisis para verificar todas las variables de entrada y visualizar que pasa en las tres diferentes áreas: DX-SUB, BXonding y 2XX, se elaboró un mapeo del estado actual del proceso y el mapa de flujo de valor cada una de ellas, derivado del análisis se obtuvo que actualmente el área “Combo” tiene un 35% de eficiencia siendo la meta en la empresa del 80% anual, por lo que se definió que el área de “Combo” es la indicada para realizar el proyecto por ser el área de ensamble con más baja eficiencia de la planta.

En las Figuras 1 y 2 se puede apreciar los estudios realizados para el área con mayor oportunidad de mejora.

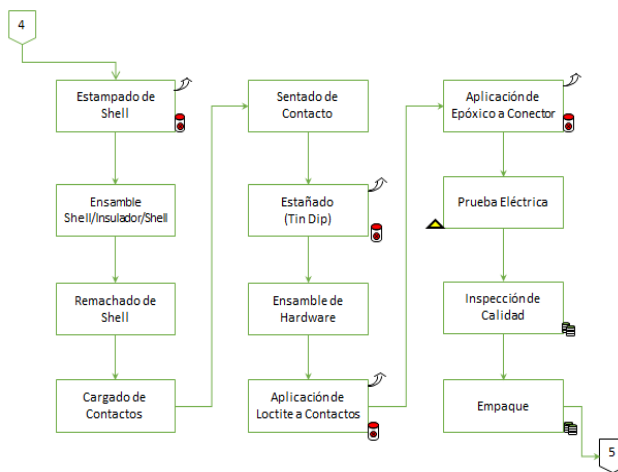


Figura 1. Diagrama de Ensamble Final “Combo”

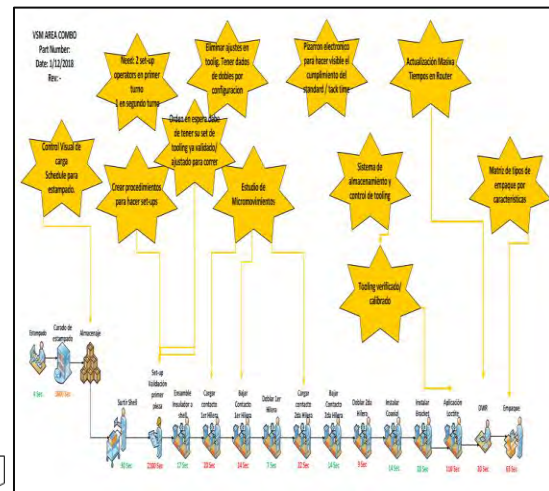


Figura 2. VSM del proceso

Fase Medir: En esta fase se elaboró un formato de medición con el cual se verificó la eficiencia actual del proceso en el área de “Combo”, la cual se hará por medio de la recopilación de los posibles factores a la baja eficiencia, utilizando el formato mostrado en la Figura 3, que será llenado por los trabajadores.



Action	Target	Duration (days)	due date	% of advance
generar un reporte del work center de prueba electrica de todos los routers en ngmx. Aisularlo a 0.3 minutos minimo	seria reflejar la inspeccion 100%	1	1/24/	50
Despues de validar el cambio en los routers que se refleje en las ordenes planeadas	Que se actualice la orden	6	1/24	100
Validar el MPS dos dias consecutivos despues de confirmado el cambio en el tiempo de la operacion	Que lo que tenga produccion este con el tiempo adecuado	5	1/25 y 1/26/	100
Sacar los numeros de parte afectados por la prueba de enganche y desenganche	Conocer los numeros de partes y poder despes saber el CDSA / ATD	10	24-Jan	30
Confirmar HUA que ATD aplica si aplda alguno	Saber que ATD aplica	6	25-Jan	40
Estudio de tiempos de enganche y desenganche VETERANOS /053512-2351	corregir tiempos		24-Jan	
Verificar el tiempo de la 249-2238-00	verificar tiempos de empaque de la familia		26-Jan	
Verificar de la aplicacion de epoxy en el conector 051527-0171 y confirmar familia tiempos y porque dos capas	confirmar donde aplica	5	25-Jan	100
Confirmar micro-tiempo de remachado	definir donde mejorar la ejecucion de la operacion	5	30-Jan	100
Reforza diciplina en el uso de celulares	tiempo perdido y enfoque			
Estudio de tiempos sentado y cargado detallados	definir si hay area para mejorar	5	2-Feb	100

Figura 8. Programación de actividades de mejora

Una vez concluida la implementación en cada una de las áreas del centro de trabajo, en la gráfica de la Figura 9, se puede observar la eficiencia que se tenía en el mes de enero en el que el área tenía muchas oportunidades de mejora, además de insuficiencias en el proceso tanto como en las rutas de proceso. En la gráfica de la Figura 10 se muestran las operaciones que contribuyen a la ineficiencia en el proceso, los cuales fueron atacados para disminuirlos y así aumentar la eficiencia.

Fase Controlar: El gráfico mostrado en la Figura 11 es la tendencia que ha tenido las entregas a tiempo después de haber atacado los factores que no permitían terminar las órdenes a tiempo, el OTD (ordenes fuera de tiempo) se redujo de un 60% a menos del 40%.

En la gráfica de la Figura 12 se observa el aumento de la eficiencia y aunque aún tenemos oportunidades de mejoras por realizar, vemos como ha impactado positivamente en el área, después de haber trabajado en las más representativas del proceso, por lo que el seguimiento

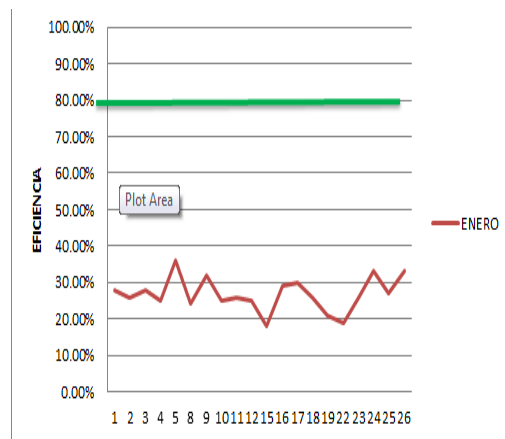


Figura 9. Eficiencia mes de enero

#	Assembly Contributors	Inefficiency	Cumulative%
1	INSPECT	100.00%	7.5%
2	ENGAGING & SEPARATION	92.50%	14.4%
3	PACKAGING	82.86%	20.5%
4	ELECTRICAL TEST	79.09%	26.4%
5	BEND CONTACTS	78.66%	32.3%
6	ASSY BRACKET	72.39%	37.7%
7	LOCTITE	71.72%	43.0%
8	LOAD CONTACTS	67.72%	48.1%
9	ASSY SHELL TO INSUL	65.11%	53.0%
10	STAMPING	63.92%	57.7%
11	assy barlok	61.94%	62.3%
12	TORNILLERIA	54.53%	66.4%
13	ASSY STAND OFF	53.59%	70.4%
14	SEAT CONTACTS	50.89%	74.2%
15	ASSY R SWAGE	48.69%	77.8%
16	CLINCH NUT	48.05%	81.4%
17	ASSY SHELL TO INSUL	47.05%	85.0%
18	APPLY EPOXY	47.01%	88.5%
19	CRIMP	43.04%	91.7%
20	PREFORMADO	39.40%	94.6%
21	assy & remache	26.72%	96.6%
22	SPRING	23.00%	98.1%
23	CLEANING CONTACTS & conector	14.45%	99.2%
24	RETENTION TEST	11.13%	100.0%

Figura 10. Contribuyentes a la ineficiencia

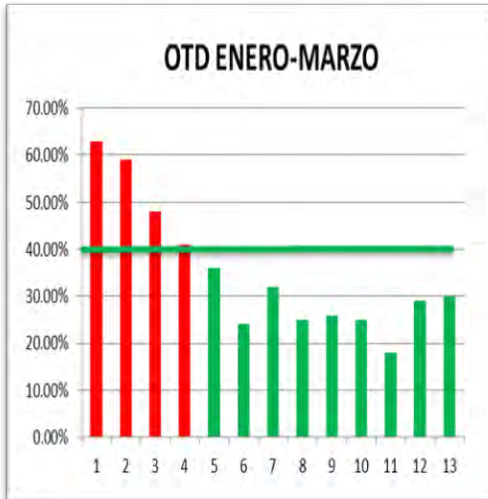


Figura 11. Tendencia de entregas a tiempo después de mejora.

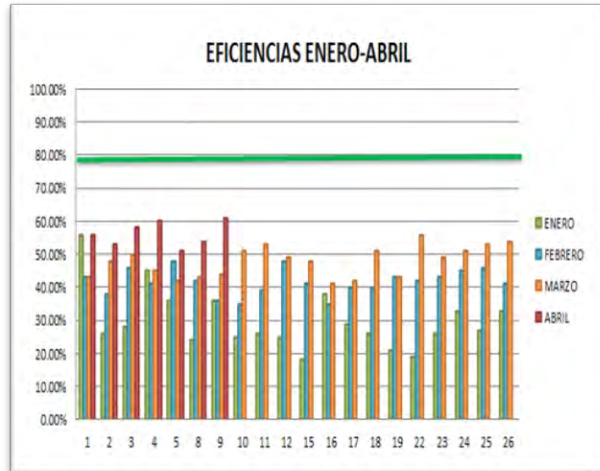


Figura 12. Eficiencias de los meses de Enero a Abril

### Conclusiones

Durante el desarrollo del presente proyecto de mejora al utilizar la metodología DMAIC nos permitió implementar una gran variedad de herramientas de Lean Manufacturing las cuales ofrecen muchas ventajas y facilitan identificar, medir, analizar, mejor y controlar el proceso y para nuestro caso aplicarlas para las mejoras en el área de producción de la empresa. La aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing beneficia al área ya que estas metodologías nos ayudan a reducir la ineficiencia y disminuir los problemas. El uso de tales métodos permite obtener altos grados de eficiencia en la producción, mantener estándares elevados de calidad y la capacidad de realizar, con rapidez, las modificaciones que requiere el proceso productivo, para adecuarse a nuevas necesidades del mercado.

El objetivo fue aumentar la eficiencia con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing donde se logró mejorar la eficiencia de un 35% a un 60%, también se mejoró el flujo de producción para evitar que operaciones innecesarias que no le agregan valor al producto, se obtuvieron mejoras las cuales impactan grandemente al área de producción. Se logró cumplir con mayor cantidad de entregas a nuestros clientes en tiempo y forma con una buena calidad, trabajando para mantener estos logros y buscar nuevas oportunidades de mercado.

Se recomienda a la empresa seguir con la aplicación de DMAIC y las herramientas de Lean Manufacturing para seguir mejorando día a día y así cumplir con los objetivos de la empresa, mantener un continuo interés y responsabilidad en los proyectos y seguir identificando oportunidades de mejora.

### Referencias

- Díaz, Luis. "La guía definitiva para entender Six Sigma" Indautor, 2019.
- Patjane, Juan. "Seis Sigma aplicado a procesos de Manufactura", Editorial académica Española, 2013.

### Notas Biográficas

- La M.C. Robertha Vidal Hernandez es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México rvidal2000@hotmail.com
- El M.A. Mario Javier Nieblas Núñez es director de las carreras de Ingeniería en Sistemas Productivos e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, mnieblas@utnogales.edu.mx
- El M.C. Oscar Armando Villegas Matas es profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, oscarvillegas@live.com.mx
- La M.E. Iris Yadira Nieblas Trasviña es profesora de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, iris\_nieblas@hotmail.com
- El Ing. Javier González Beltrán, es Profesor de la carrera de Ingeniería en Sistemas Productivos de la Universidad Tecnológica de Nogales, México, jagonzalez27449@hotmail.com



# DINÁMICA DEL CRECIMIENTO E ÍNDICE DE CONDICIÓN DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*), EN CONDICIONES DE CULTIVO A ALTAS DENSIDADES

Mg. Adalberto José Vides Redondo<sup>1</sup>, Ing. Milton Jiménez Salas<sup>2</sup>, Ing. Alonso Amarís Moreno<sup>3</sup>,  
Ing. Hernis Mercado Ramos<sup>4</sup>

**Resumen**— En la presente investigación se analizaron aspectos biométricos de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*), para tal fin se registraron 5397 pares de datos biométricos correspondientes al peso y longitud total de los individuos muestreados; estos se obtuvieron de 3 lotes productivos en diferentes etapas de desarrollo, cultivados en piscinas de geomembrana HDPE bajo similares condiciones medio ambientales y de régimen alimenticio. Los datos fueron recolectados mediante biometrías efectuadas en dos ciclos de cultivo comprendidos en los doce meses del año, primer ciclo; entre los meses de mayo a octubre de 2019 y el segundo ciclo de producción entre el mes de noviembre de 2019 hasta abril de 2020. Los resultados obtenidos mostraron no haber diferencias significativas entre los lotes del primer y segundo ciclo, evidenciando un crecimiento alométrico positivo en la mayoría de las etapas propuestas en el estudio, indicando que la tendencia en el crecimiento de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) en términos generales es aumentar en mayor proporción su peso que la longitud.

**Palabras clave**—Biométricos, geomembrana, HDPE, alométrico, crecimiento.

## Introducción

La tilapia, es un pez de agua dulce, perteneciente a la familia de los cíclidos, originario de África (Appleyard, Renwick, & Mather, 2001); actualmente se cultiva en varios países del mundo (Dey & Gupta, 2000). Por otra parte, la Tilapia roja fue introducida a Colombia en 1982 por productores particulares y desde esa época se está produciendo a nivel artesanal e industrial. Posteriormente, bajo la misma denominación, fueron introduciéndose otros híbridos rojos de tilapia, provenientes de diferentes países, incluyendo la Tilapia roja de Sterling. En Colombia, a partir del año 1995, se iniciaron los trabajos de mejoramiento genético de esta especie con asesoría cubana. Así, se ha encontrado que algunos híbridos se comportan mejor que otros de acuerdo con las condiciones medioambientales en que se los cultive, lo cual se debe a la composición del híbrido y al peso que tengan las especies que intervienen en su formación (Merino, Bonilla, & Bages, 2013).

En ese orden de ideas, es de suma importancia destacar que el cruce genético de especies de tilapias ha logrado aumentar la adaptabilidad y por ende la productividad, sumado a esto también se ha logrado un cambio en los rasgos fenotípicos sobre la coloración, llevando de la oscura típica *O. niloticus* a una rojiza; gracias al cruce genético de ejemplares, generando mutantes rojos llamados red Stirling catalogados así ya que fueron desarrollados por investigadores del Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling en 1990. Esta red comparada con otras cepas de tilapias ha resultado tener un desarrollo un poco más lento y menor crecimiento, en contraprestación presenta una mejor apariencia y una excelente carne, mucho más apetecida que la de las otras tilapias. (Moreira, Marques M., & Silva H., 2005)

Ahora bien, según la Aunap (Merino M. C., 2018) en Colombia para el año 2015 la producción pesquera fue de 150,465 Ton, representada por la Acuicultura: 70,9 %, Pesca Marina: 22,9% y Pesca Continental: 6,2%. Hoy día, la piscicultura es el campo más desarrollado dentro de la acuicultura; lo que denota la imperiosa necesidad de estudiar con mayor profundidad todos los aspectos relacionados con el sector. Producto a ello, cada día son mayores los esfuerzos por mejorar la cadena productiva, analizando cada una de los eslabones de la actividad piscícola, donde sin lugar a dudas, los aspectos biométricos de la especie constituyen una de las variables de mayor influencia para una eficiente productividad (E. Barros, Regidor, & Iwaskiw, 2004; Gómez-Ponce, Granados-Flores, Padilla, & López-Hernández, 2011; Beltrán-Álvarez, Sánchez-Palacios, L. Valdez, & A. Ortega-Salas, 2010). Adicionalmente, estos aspectos son ineludibles a la hora de explicar procesos adaptativos de especies y poblaciones, además dan bases para conocer las divergencias y/o convergencias en la morfología de especies, los rendimientos en canal, la evaluación y control de crecimiento de los peces en sus diferentes etapas del ciclo de vida (Salamanca Carreño, Bentez Molano, & Crosby Granados, 2017).

<sup>1</sup> Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar. Investigador Grupo AITICE, Universidad Popular del Cesar Valledupar, Colombia. [adalbertovides@unicesar.edu.co](mailto:adalbertovides@unicesar.edu.co) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Popular del Cesar. Valledupar, Colombia.

## Descripción del Método

### *Área de estudio*

El estudio fue desarrollado experimentalmente en una empresa productora piscícola del departamento de Córdoba, Colombia; ubicada exactamente en la población de Maracayo, municipio de Montería (8°27'N; 75°54'W). Maracayo es un pequeño pueblo situado a orillas de la Ciénaga de Betanci, influenciado por la vía principal que, del municipio de Tierra alta, Alto Sinú, comunica con la ciudad de Montería; dada su ubicación, tradicionalmente por múltiples generaciones su vocación ha sido pesquera, soportada en los recursos de la ciénaga de Betanci, la cual cubre una superficie alrededor de 3400 hectáreas con una profundidad promedio de 4 m y una línea costera extendida aproximadamente en 18 km.

### *Descripción de los datos y muestreo*

Para la finalidad de esta investigación se establecieron dos ciclos productivos de Tilapia roja (*Oreochromis sp*), de los cuales se obtuvieron un total de 5397 pares de datos biométricos, correspondientes al peso y longitud total de los individuos; estos se llevaron a cabo en 3 lotes productivos para cada ciclo de producción. Para tal objetivo el primer ciclo de producción fue ejecutado durante los meses de mayo a octubre de 2019 y el segundo ciclo de producción del mes de noviembre de 2019 hasta el mes de abril de 2020. Los ambientes de producción se encontraban a una densidad de siembra de 65 peces / m<sup>2</sup>, implementado en tanques de geomembrana HDPE. Durante los ciclos de producción se garantizó que los ambientes de cultivo presentaran condiciones de parámetros de calidad de agua similares o iguales, para esto se realizó un monitoreo diario de: concentración de oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, temperatura, pH, nitritos, alcalinidad y sólidos suspendidos; para lo cual se empleó un medidor multi parámetro portable YSI-6050000.

Los lotes se establecieron mediante un sistema de manejo por etapas de crecimiento, en: precría, levante y engorde. Para el plan de alimentación, la empresa se basa en la subdivisión de las etapas por intervalos de pesos, así: precría, empleando alimento concentrado con 45% de proteína para los animales entre 1 y 15 gramos y concentrado del 40% de proteínas para individuos entre 15,1 gramos hasta los 30 gramos de peso; levante, se suministró alimento del 38% de proteína desde los 30,1 g hasta los 80 g y de 35% de proteína entre los 80,1 gramos hasta los 150 gramos de peso; engorde, se suministró un alimento del 32% de proteína para animales con peso mayor a 151 g. Por otra parte, la frecuencia de alimentación para el suministro en cada una de las etapas fue la siguiente: precría, 6 veces/día; levante, 4 veces/día; y engorde, 3 veces/día.

Las muestras de cada lote fueron adquiridas por el personal técnico de la empresa en intervalos de tiempos diferentes (generalmente cada mes), tabulando las variables de longitud total y peso húmedo a intervalos de 50 a 100 individuos por lote y muestreo. Para la obtención de estas variables se empleó un ictiómetro de acrílico de 50 cm con graduación en mm, una balanza digital gramera con un nivel de precisión de 0,01 g marca Bernal BL-H2 SERIES.

### *Análisis de datos*

Con la información recolectada, se estimó la relación longitud-peso por etapa, donde los datos biométricos fueron etiquetados por fases: precría 1, muestras entre 1-15 gramos; precría 2, muestras en intervalo de 16 a 30 gramos; levante 1, muestras entre 30,1-80 gramos; levante 2, con muestras oscilantes entre 81 y 150 gramos; engorde 1, a las muestras entre 151 a 250 gramos; engorde 2, muestras en el rango de 251 a 325 y; engorde 3, las muestras de 326 gramos hasta el peso final de cosecha.

Para la estimación de la relación longitud-peso se aplicaron regresiones potenciales mínimo cuadráticas, calculando los parámetros a y b de la ecuación  $W = a \cdot L^b$  (Froese, 2006; Ricker, 1975) en donde, W es el peso húmedo total del pez en gramos, a es una constante de regresión equivalente al factor de condición de Fulton (K), L es la longitud total (LT) en centímetros y b es el coeficiente de crecimiento. Para esto se partió de la premisa que la longitud es una magnitud lineal y el peso debe ser aproximadamente proporcional al cubo de la talla, es por lo que, si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico (b=3). Cuando b>3, los individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. En cambio, cuando b<3, los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso (o crecimiento alométrico negativo). Se consideran especies de crecimiento isométrico las que fluctuaron dentro de los valores b=2,5 y b =3,5 (Carlander, 1997; Froese, 2006).

Posteriormente, se calcularon los parámetros estadísticos del modelo y se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de la regresión. Del mismo se efectuaron pruebas de t-student para los coeficientes de crecimiento, con el fin de establecer las diferencias estadísticas, basándose en la hipótesis de crecimiento isométrico (b=3), con un intervalo de confianza de 95% (0,05). A su vez, se analizó la correlación existente entre los parámetros a y b en todo el ciclo productivo, y se midió el grado de significancia estadística entre cada uno de los parámetros. Todo los cálculos y análisis estadísticos descritos se establecieron con la ayuda de los softwares estadísticos IBM® SPSS® Statistics en su versión 25 y STATGRAPHICS® Centurion, versión 18.

## Resultados.

### Información biométrica

Los parámetros descriptivos de las variables biométricas en estudio se obtuvieron con un intervalo de confianza de 95% y se precisan en la tabla 1 para el primer ciclo de producción, y en la tabla 2 para el segundo ciclo de producción:

		n	Varianza	Mediana	Moda	Media	Desviación	Desv.Error	Mínimo	Máximo
Longitud Total (cm)	Precría 1	371	1,661	6,500	8,500	6,707	1,288	0,06692	4,50	9,50
	Precría 2	287	0,600	10,800	10,000	10,6171	0,77434	0,04571	9,40	12,00
	Levante	518	1,855	13,000	14,000	13,2473	1,36188	0,05984	11,00	15,60
	Levante	609	1,173	16,560	16,000	16,7762	1,08305	0,04389	15,00	19,00
	Engorde 1	539	0,952	20,600	20,000	20,3351	0,97589	0,04203	18,10	21,70
	Engorde 2	266	0,200	22,500	22,500	22,3834	0,44695	0,02740	21,50	23,20
	Engorde 3	378	0,678	24,550	24,500	24,5963	0,82323	0,04234	22,50	26,50
	<b>Total</b>	<b>2968</b>	<b>7,119</b>	<b>114,510</b>	<b>115,500</b>	<b>16,4509</b>	<b>5,69475</b>	<b>0,10453</b>	<b>4,50</b>	<b>26,50</b>
Peso (g)	Precría 1	371	16,754	5,700	3,430	6,7953	4,09317	0,21251	1,65	15,00
	Precría 2	287	25,544	21,240	18,100	22,1332	5,05414	0,29834	15,40	30,93
	Levante	518	267,290	47,400	60,400	50,4678	16,349	0,71833	30,11	77,63
	Levante	609	516,095	110,800	120,000	110,581	22,717	0,92057	80,10	150,40
	Engorde 1	539	966,924	198,800	172,300	202,208	31,095	1,33937	150,50	250,00
	Engorde 2	266	431,753	287,650	260,770	287,157	20,778	1,27402	250,24	321,70
	Engorde 3	378	2537,08	397,500	380,200	407,569	50,369	2,59072	334,10	524,40
	<b>Total</b>	<b>2968</b>	<b>4761,44</b>	<b>1069,09</b>	<b>1015,20</b>	<b>148,852</b>	<b>132,363</b>	<b>2,42960</b>	<b>1,65</b>	<b>524,40</b>

**Tabla 1.** Valores estadísticos descriptivos de los datos biométricos del primer ciclo productivo en estudio de la Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

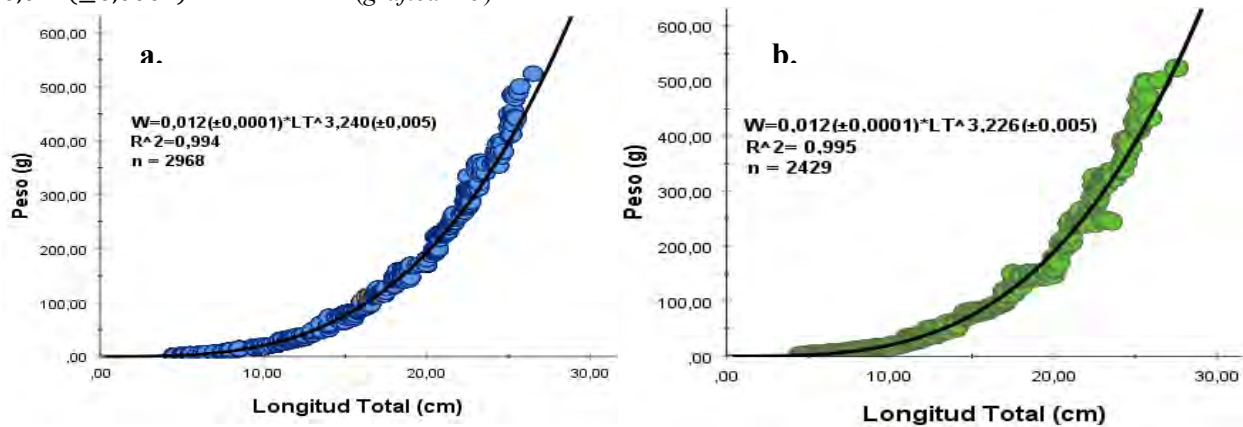
		n	Varianza	Mediana	Moda	Media	Desviación	Desv.Error	Mínimo	Máximo
Longitud Total (cm)	Precría 1	360	1,487	6,600	6,000	6,657	1,219	0,06427	4,50	9,00
	Precría 2	390	0,739	11,000	11,000	10,589	0,8594	0,04352	9,10	11,80
	Levante 1	404	1,857	13,000	15,000	13,245	1,3625	0,06779	11,00	15,50
	Levante 2	357	1,479	17,000	16,000	17,089	1,2161	0,06436	14,60	20,00
	Engorde 1	306	1,196	20,500	21,000	20,606	1,093	0,06252	17,50	23,50
	Engorde 2	287	0,271	22,518	22,50	22,518	0,5205	0,03073	21,50	23,70
	Engorde 3	325	0,887	24,500	24,50	24,658	0,9421	0,05223	22,50	27,50
	<b>Total</b>	<b>2429</b>	<b>7,916</b>	<b>115,11</b>	<b>116</b>	<b>115,36</b>	<b>7,2132</b>	<b>0,3854</b>	<b>100,7</b>	<b>131</b>
Peso (g)	Precría 1	360	13,306	5,740	3,160	6,406	3,647	0,19225	1,00	14,77
	Precría 2	390	31,807	24,600	15,200	22,778	5,639	0,28558	15,02	29,97
	Levante 1	404	291,86	49,300	33,800	53,888	17,083	0,8499	33,10	79,87
	Levante 2	357	644,74	106,50	83,00	111,765	25,392	1,343	80,10	148,60
	Engorde 1	306	1450,71	204,90	153,50	202,257	38,088	2,177	151,00	249,40
	Engorde 2	287	546,26	287,90	301,30	288,44	23,37	1,379	251,24	325,00
	Engorde 3	325	2691,02	393,20	325,500	396,303	51,875	2,877	325,50	524,40
	<b>Total</b>	<b>2429</b>	<b>5669,70</b>	<b>1072,14</b>	<b>915,46</b>	<b>1081,83</b>	<b>165,094</b>	<b>9,10373</b>	<b>856,96</b>	<b>1372,01</b>

**Tabla 2.** Valores estadísticos descriptivos de los datos biométricos del segundo ciclo productivo en estudio de la Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

### Relación longitud-peso

Se pudo establecer mediante los modelos de regresión y sus respectivas pruebas de significancia que: de las 7 etapas productivas en estudio, para el primer ciclo de producción, 4 presentaron un crecimiento isométrico (Precría 1, Precría 2, Levante 1 y Engorde 1) y los 3 restantes (Levante 2, Engorde 2 y Engorde 3) (tabla 3) presentaron un crecimiento alométrico positivo con valores de coeficiente de crecimiento mayores a tres ( $b > 3$ ), lo que sugiere que estos casos los peces incrementaron su peso en mayor proporción que su longitud. Por otra parte, para el segundo ciclo de producción se obtuvo que de las 7 etapas productivas 3 presentaron un crecimiento isométrico (Precría 1, Levante 1 y Levante 2) y 4 presentaron un crecimiento alométrico positivo (Precría 2, Engorde 1, Engorde 2 y Engorde 3). En este sentido, se logró precisar que la Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) presenta a lo largo de todo su ciclo productivo, establecido entre los meses de mayo a octubre en las condiciones de estudio, un crecimiento alométrico positivo, ya que el valor de  $b$  calculado para todo su ciclo es significativamente mayor que 3 ( $t = 19,1488$ ;  $p < 0,05$ ); del mismo modo, el crecimiento establecido para el ciclo total de producción comprendido entre los meses de noviembre y abril es estadísticamente mayor de 3, por lo tanto es catalogado como alométrico positivo, demostrando que la tendencia

en el crecimiento de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) es de manera general, aumentar en mayor proporción su peso que la longitud. Con base en lo anterior, los modelos matemáticos que explican la dinámica de crecimiento de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*) son:  $W = 0,012(\pm 0,0001)LT^{3,240(\pm 0,005)}$  (gráfica 1-a) y  $W = 0,012(\pm 0,0001)LT^{3,226(\pm 0,005)}$  (gráfica 2-b).



**Gráfica 1.** Relación longitud-peso de todo el ciclo productivo de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp*). Donde la gráfica 1-a corresponde al primer ciclo de producción establecido en los meses de mayo a octubre de 2019 y la gráfica 1-b establecen la relación en el segundo ciclo de producción ejecutado en los meses de noviembre de 2019 a abril de 2020.

#### *Etapa de precría.*

Para el primer ciclo productivo la etapa etiquetada como “Precría 1” mostró un coeficiente de crecimiento  $b=2,918$  ( $\pm 0,05$ ) y un factor de condición  $a=0,023$  ( $\pm 0,002$ ); la etapa etiquetado como “Precría 2” presentó un valor  $b=2,982$  ( $\pm 0,057$ ) y  $a=0,019$  ( $\pm 0,003$ ). Los coeficientes de crecimientos no fueron estadísticamente significativos de 3 ( $t=1,637$ ,  $p>0,05$ ;  $t=0,313$ ,  $p>0,05$ , respectivamente). Por tanto, la etapa general de precría presentó un crecimiento isométrico. En contraste, para el segundo ciclo productivo la “Precría 1” presentó un  $b=3,088$  ( $\pm 0,047$ ) y  $a=0,16$  ( $\pm 0,001$ ); el valor de b en esta etapa no estuvo significancia estadística demostrado isometría y para la etapa “Precría 2” la regresión arrojó valores  $b=3,112$  ( $\pm 0,021$ ) y  $a=0,14$  ( $\pm 0,001$ ); el coeficiente de crecimiento en esta etapa presentó diferencias estadísticas en los valores ( $b>3$ ), por lo cual es catalogada como un crecimiento alométrico positivo. Es válido destacar que todas las regresiones presentaron un  $R^2$  mayor de 0,90.

#### *Etapa de Levante.*

La Tilapia roja (*Oreochromis sp*) presentó, en los estudios realizados al primer ciclo productivo, en el subgrupo denominado “Levante 1” un valor  $b=3,036$  ( $\pm 0,035$ ) y  $a=0,019$  ( $\pm 0,002$ ), con un coeficiente de determinación de 0,934; para lo cual la prueba de t student indicó que no existen diferencias estadísticas significativas ( $t=1,014$ ;  $p>0,05$ ) y que este valor traduce a un crecimiento isométrico. Del mismo modo, las pruebas realizadas a la etapa correspondiente a “Levante 2” reflejaron, un R cuadrado igual al anterior (0,934), evidenciando que el tipo de crecimiento de los peces en esta etapa es alométrico positivo ( $t=2,583$ ;  $p<0,05$ ), dando como resultado de la regresión un coeficiente de crecimiento  $b=3,086$  ( $\pm 0,033$ ) y un factor de condición  $a=0,018$  ( $\pm 0,002$ ).

Por su parte, el análisis realizado al segundo ciclo de producción determinó que las etapas de “Levante 1” y “Levante 2” presentan un tipo de crecimiento isométrico, en donde los coeficientes de crecimiento no presentaron variación estadística significativa ( $t=0,823$ ,  $p>0,05$ ;  $t=0,652$ ;  $p>0,05$  respectivamente). Para estos las regresiones potenciales determinaron un  $b=2,970$  ( $\pm 0,036$ ) y  $a=0,024$  ( $\pm 0,002$ ), para “Levante 1”, con un  $R^2$  de 0,943; para el “Levante 2” con un coeficiente de determinación de 0,905 se estableció un  $b=3,034$  ( $\pm 0,052$ ) y  $a=0,20$  ( $\pm 0,003$ ). Por lo anterior es válido afirmar que en términos generales el tipo de crecimiento presentado en esta etapa es isométrico con una leve tendencia a la alometría positiva, sugiriendo que el sistema metabólico de los organismos canaliza más su bioenergética de crecimiento hacia un aumento en el peso que en la longitud de estos (Martínez-Porchas, Martínez-Cordova, & Ramos-Enríquez, 2009).

#### *Etapa de Engorde.*

Para esta última fase productiva de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*), se encontró que para el primer ciclo de producción, con ejemplares en el rango de peso de 151 gramos a 250 gramos, denominado “Engorde 1”, los parámetros asociados al crecimiento fueron  $b=3,037$  ( $\pm 0,046$ ) y  $a=0,021$  ( $\pm 0,003$ ), todo ello bajo un coeficiente de determinación de 0,891 y para el segundo ciclo de producción  $b=3,285$  ( $\pm 0,091$ ) y  $a=0,10$  ( $\pm 0,003$ ), con un R cuadrado de 0,811;

la prueba de crecimiento para el primer ciclo demostró que no existen diferencias significativas en la constante beta con la hipótesis de crecimiento ( $b=3$ ) y que por tanto los individuos en este rango de peso presentaron crecimiento isométrico ( $t=0,80$ ;  $p>0,05$ ), lo contrario demostró la prueba aplicada al segundo ciclo ( $t=3,13$ ;  $p<0,05$ ).

Ahora bien, en las etapas del primer ciclo productivo etiquetadas como “Engorde 2” y “Engorde 3” se presentaron muchas similitudes en los cálculos de los parámetros, en donde para “Engorde 2” los valores correspondientes a la regresión están dados por  $b=3,209 (\pm 0,105)$  y  $a=0,013 (\pm 0,004)$ ; y para “Engorde 3” por  $b=3,209 (\pm 0,084)$  y  $a=0,014 (\pm 0,004)$ , con valores de R cuadrado de 0,778 y 0,796 respectivamente.

En el segundo ciclo productivo se encontró algo muy similar al obtener como resultado de las regresiones valores de  $b=3,193 (\pm 0,086)$  y  $a=0,014 (\pm 0,004)$  para el “Engorde 2” y para el “Engorde 3” de  $b=3,277$  y  $a=0,011 (\pm 0,003)$ ; con coeficiente de determinación de 0,827 y 0,862, respectivamente. Así mismo, al aplicar la prueba de t student a los coeficientes de crecimiento estos determinaron que sí existen diferencias estadísticamente significativas para un crecimiento isométrico, y que por tanto los peces con pesos que oscilan entre 251 gramos a 325 gramos y 326 gramos hasta un peso comercial (aproximadamente 500 gramos) tienen un tipo de crecimiento alométrico positivo para el primer ciclo ( $t=1,982$ ,  $p<0,05$ ;  $t=2,494$ ,  $p<0,05$  respectivamente) y para el segundo ciclo ( $t=2,231$ ,  $p<0,05$ ;  $t=3,798$ ,  $p<0,05$  respectivamente). Por lo anterior se puede asegurar que la tendencia en el crecimiento de los especímenes de Tilapia roja en estudio, para su etapa de engorde es alométrico positivo, ratificando que los animales realizan un mayor aumento en su peso que en su longitud.

		gl(n-1)	R	R <sup>2</sup>	BETA	ALFA	t	Sig.
Primer	Precria 1	370	0,950	0,902	2,918	0,023	1,637	>0,05
	Precria 2	286	0,951	0,904	2,982	0,019	0,313	>0,05
Ciclo	Levante 1	517	0,967	0,934	3,036	0,019	1,014	>0,05
	Levante 2	608	0,967	0,934	3,086	0,018	2,584	<0,05
Productivo (mayo- octubre)	Engorde 1	538	0,944	0,891	3,037	0,021	0,807	>0,05
	Engorde 2	265	0,882	0,778	3,209	0,013	1,982	<0,05
	Engorde 3	377	0,892	0,796	3,209	0,014	2,494	<0,05
Segundo	Precria 1	359	0,960	0,922	3,088	0,016	1,854	>0,05
	Precria 2	389	0,991	0,982	3,112	0,014	5,236	<0,05
Ciclo	Levante 1	403	0,971	0,943	2,970	0,024	0,824	>0,05
	Levante 2	356	0,951	0,905	3,034	0,020	0,652	>0,05
Productivo (noviembre -abril)	Engorde 1	305	0,901	0,811	3,285	0,010	3,135	<0,05
	Engorde 2	286	0,910	0,827	3,193	0,014	2,230	<0,05
	Engorde 3	324	0,929	0,862	3,277	0,011	3,798	<0,05

**Tabla 3.** Resumen de los parámetros estadísticos de las regresiones y pruebas de significancia para los dos ciclos de producción de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*).

### Índice de condición

El ANOVA que se le aplicó al factor de condición ( $a$ ) del primer ciclo productivo a cada una de las etapas de producción de la Tilapia Roja demostró que NO existen diferencias estadísticamente significativas ( $F=1,306$ ;  $p>0,05$ ) entre los grupos para esta variable, y al aplicar la prueba de Tukey, dentro de los grupos, se ratificó que no se presentan diferencias estadísticas entre ninguno de los grupos; es decir, que todos los valores del factor de condición son estadísticamente iguales entre todas las etapas. Del mismo modo, se realizó un ANOVA a los valores de  $a$  obtenidos en el segundo ciclo de producción y se estableció que SÍ existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores ( $F=13,827$ ;  $p<0,05$ ), posteriormente se somete a una prueba de Tukey a cada una de las etapas y se establece que las diferencias estadísticamente significativas se encuentran entre las etapas de levante y engorde ( $p=0,014$ ); lo que significa que los peces en la etapa de levante (etapa establecida aproximadamente entre finales de diciembre y mediados de febrero) se encontraban en mayores condiciones de crecimiento que la etapa de engorde (ejecutada entre mediados del mes de febrero y finales de abril), esto es atribuible a las mejores condiciones medioambientales en que se encontraban los ejemplares en el segundo ciclo de producción y en los meses correspondientes a esa etapa de crecimiento, dichos meses en la zona de ejecución se caracterizan por mejores características climáticas.

### Relación entre el índice de condición y la pendiente b

Al relacionar los parámetros de  $a$  y  $b$  del primer ciclo de producción, se pudo demostrar que los valores de  $a$  en todo el ciclo productivo de la Tilapia roja (*Oreochromis sp*) disminuyen significativamente a medida que aumenta el coeficiente de crecimiento  $b$  (ANOVA:  $F=9,672$ ;  $p=0,239$ ). Del mismo modo, se logró establecer mediante el coeficiente de correlación de Pearson que existe una alta correlación entre los parámetros (-0,948). Para el segundo



# Indicadores estructurales de derechos humanos para la protección de NNA en contextos de desastres naturales en México

Gerardo Villanueva Toledo<sup>1</sup>, Yolanda Castañeda Altamirano<sup>2</sup>,  
José Adriano Anaya<sup>3</sup> Arturo Lomelí González<sup>4</sup>

**Resumen:** A partir de un caso de defensa, en este artículo se documenta la falta de protección de los derechos humanos a la niñez en contextos post desastre derivado de los sismos ocurridos el 7 de septiembre de 2017, los cuales afectaron a Chiapas, estado del sureste de la República Mexicana. Como parte de la metodología se priorizó la elaboración de una matriz de indicadores estructurales que miden el grado de cumplimiento de las obligaciones por parte del Estado mexicano hacia estas poblaciones. Se consideraron principalmente tres rubros: capacidades financieras, técnicas y normativas en materia de protección de la infancia y protección civil. Los resultados indican la existencia de un contexto normativo que reconoce a la niñez como titulares de derechos y sujetos de protección, no obstante en la práctica, impera una visión “adultocentrista” y “fiscalista” que restringe y obstaculiza la puesta en marcha de medidas legislativas, administrativas y presupuestales con un enfoque de derechos humanos en donde las niñas, niños y adolescentes son reconocidos como víctimas de desastres y por lo consiguiente sujetos de protección de sus derechos humanos.

**Palabras clave:** protección de NNA, infancia, derechos humanos de los NNA, niños y desastres naturales

## Introducción

Este trabajo se deriva de un caso de defensa que se desarrolló en el marco de la Maestría en Defensa de los Derechos Humanos del Centro para la Construcción de Ciudadanía y la Seguridad, de la Universidad Autónoma de Chiapas. Las víctimas a quienes se les violentaron sus derechos eran menores de edad, y dependían de su madre cuando sufrieron afectaciones por el sismo del 7 de septiembre de 2017 en Chiapas. Las autoridades de los tres ámbitos de gobierno, no les brindaron una protección oportuna y efectiva a la familia, aún y cuando los niños quedaron en orfandad, al fallecer su madre meses después del siniestro (SSN, 2017; Villanueva & Castañeda, 2020). Esta situación nos condujo a formularnos la siguiente interrogante ¿Si en contextos de desastres naturales, el Estado mexicano tiene contempladas medidas especiales para las poblaciones de NNA, en particular de aquellos NNA que quedan en orfandad?

La interrogante tiene relevancia si partimos de dos consideraciones básicas a tener en cuenta. La primera, tiene que ver con la ubicación geográfica de México, en virtud de que al situarse en una de las fallas geológicas que atraviesan el continente, es de esperarse que de manera frecuente se presenten movimientos telúricos, razón por la cual se catalogado, como uno de los países con mayor exposición a los desastres. Tan solo durante el periodo comprendido entre 2013 a 2017 acontecieron un total de 1,407 fenómenos naturales perturbadores, de los cuales 1,231 (87.5%) correspondieron al tipo hidrometeorológico y 176 (12.5%) al tipo geológico, siendo las entidades federativas más afectadas Veracruz, Guerrero, Chiapas y Baja California Sur, quienes de forma conjunta acumularon 648 fenómenos (46.1%) (SINPROC, 2014; SSN, 2017; ASF, 2018; OCHA, 2020).

La segunda consideración se relaciona con los posibles escenarios de vulnerabilidad, a las que pueden enfrentarse las poblaciones de niños, niñas y adolescentes (NNA) en la etapa post desastre. Los desastres y las emergencias constituyen contextos que generan desafíos para los derechos humanos de la niñez y diversos tipos de violencia que pueden exacerbar su vulnerabilidad preexistente, como la delincuencia, la violencia de género, el acceso desigual a la ayuda humanitaria, la explotación y el abuso infantil, la separación de la familia, la pérdida o destrucción de su documentación personal y patrimonio, la negación del acceso a programas y presupuestos para la reconstrucción de sus hogares, entre otros. Por tal razón, los Estados deben intervenir de forma inmediata y diligente para otorgarles la protección y la restitución de sus derechos humanos (UNICEF, 2008; Rolnik, 2010; CoDN, 2011, párr. 5; IASC,

<sup>1</sup> Gerardo Villanueva Toledo, Maestrante del Programa de Maestría en Defensa de los Derechos Humanos del CECOCISE, UNACH, México [gerardo.villanueva.toledo@gmail.com](mailto:gerardo.villanueva.toledo@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Yolanda Castañeda Altamirano es Profesora del Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas (CEDES), de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), México [yolandacastanedaltamirano@gmail.com](mailto:yolandacastanedaltamirano@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> El Dr. José Adriano Anaya es Profesor del Centro de Estudios para la Construcción de Ciudadanía y Seguridad (CECOCISE), UNACH, México [j\\_adriano11@yahoo.com.mx](mailto:j_adriano11@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Arturo Lomelí González es Profesor del Centro de Estudios para la Construcción de Ciudadanía y seguridad (CECOCISE), UNACH, México [arturo.lomeli@gmail.com](mailto:arturo.lomeli@gmail.com)

2011).

Teniendo como marco esta realidad y a partir de la experiencia de los sismos de 2017 en México, la UNICEF (2018 b) documentó que las Procuradurías de Protección de la Niñez en México no cuentan con recursos necesarios para responder a las necesidades de protección en favor de los NNA en contextos de desastres. Como instituciones de reciente creación tampoco poseen conocimiento sobre las funciones que deben asumir en estos casos para prevenir y proteger a la infancia de todo tipo de violencia (UNICEF, 2018 a). Asimismo, el Fondo ha manifestado que en nuestro país la niñez y la adolescencia no están en el centro de la gestión integral del riesgo, ni en la continuidad de operaciones en los estados afectados al no considerar sus opiniones respecto a sus necesidades de protección (UNICEF, 2018a:29).

Desde los parámetros y estándares internacionales sobre la protección de los derechos humanos de la infancia en contextos de desastres, el Comité Permanente entre Organismos de las Naciones Unidas (por sus siglas en inglés I.A.S.C.) ha expresado que los Estados deben adoptar medidas para: a) abordar los daños pasados, presentes o futuros; b) asegurar a las personas el acceso a los bienes y servicios (alimentos, agua potable, saneamiento, alojamiento, salud, educación, etc.); c) garantizar el ejercicio de todos los derechos humanos y su restitución en caso de violación; y d) la eliminación de toda discriminación que impida el goce de las prerrogativas fundamentales de las víctimas de los desastres (IASC, 2011: 7).

En cuanto a la protección de la infancia en tales contextos, la UNICEF (2008) señala que ésta debe ser transversal a cualquier intervención de ayuda humanitaria y no debe enfocarse solo a detener toda clase de violencia o abuso, sino también debe prevenir que estos ocurran por falta de acceso a medios adecuados para satisfacer las necesidades básicas de la niñez (violencia institucional y desigualdad política) (UNICEF, 2008; Ruíz, 2015).

Tales parámetros se consideran posibles si los Estados y sus agentes públicos adoptan medidas ajustadas a los elementos de cumplimiento mínimo del derecho a la protección de la niñez, como son la diligencia, la prevención y la restitución, los cuales deben ser aplicados con total interdependencia con los principios de interés superior de la niñez, autonomía progresiva, desarrollo y supervivencia, igualdad y no discriminación, y participación (ONU, 1989, arts. 2, 3, 5, 6. 12; CoDN, 2011).

Mediante la diligencia se impone al Estado la obligación de atender con oportunidad, eficacia y eficiencia las necesidades físicas y psicológicas de la infancia y la adolescencia en situación de vulnerabilidad, riesgo y abandono (CoDN, 2011, párr. 20); mediante la prevención los agentes públicos asumen la responsabilidad de erradicar las causas de violencia en los distintos ámbitos y contextos en los que interviene el niño (CoDN, 2011, párrs. 20, 48 y 50); mientras que, por medio de la reparación se asigna el compromiso estatal de restituir los derechos violentados o negados a la infancia (CoDN, 2011, párrs. 5, 41 y 56). Además, no debemos olvidar que el derecho a la protección de la niñez constituye un mecanismo de exigibilidad, cumplimiento y restitución de los demás derechos de esta población y su propósito es precisamente el de garantizar el bienestar, la salud y el desarrollo de niñas, niños y adolescentes ante cualquier contexto de vulnerabilidad y riesgo (ONU, 1989, art.3; CoDN, 2011, párrs. 5 y18).

A través del Programa Nacional de Protección Integral de Niñas, Niños y Adolescentes (PROPINNA) 2016 – 2018, el Estado mexicano reconoció que su territorio no está exento a la ocurrencia de desastres naturales que ponen en peligro a la niñez, por lo que se comprometió a adoptar las siguientes medidas (Cuadro 1).

Medida	Líneas de acción	Descripción	Autoridad coordinadora
Normativas	4.4.2., 4.4.3 y 4.4.8 (SIPINNA, 2017)	Contemplar los derechos de la infancia en los planes y programas de protección civil; y fortalecer el marco normativo para garantizarlos en caso de desastres	Coordinación Nacional de Protección Civil
Técnicas	3.6.8., 4.4.1. y 4.4.9. (SIPINNA, 2017)	Incluir e impulsar acciones para prevenir todo tipo de violencia en contra de niñas, niños y adolescentes, incluyendo la de carácter institucional, y salvaguardar sus derechos en caso de emergencias o desastres	Centro Nacional de Prevención de Desastres, Coordinación Nacional de Protección Civil, y Procuraduría Federal de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes
Financieras	1.1.4. y 5.1.6. (SIPINNA, 2017)	Revisar el marco normativo, promover adecuaciones y desarrollar mecanismos para articular los programas, estrategias, acciones y presupuestos con el enfoque de derechos de niñez y adolescencia	Secretaría de Hacienda y Crédito Público



TIC's	4.4.4., 4.4.5., 4.4.6., 4.4.7. y 4.4.10. (SIPINNA, 2017)	Promover e impulsar la colaboración entre los órdenes de gobierno, para implementar un registro de niñas, niños y adolescentes, así como, mecanismos para su búsqueda y localización	Procuraduría General de la República
-------	---	--	--------------------------------------

Cuadro 1. Clasificación y descripción de los compromisos asumidos por el Estado mexicano para proteger los derechos de la infancia y la adolescencia en contextos de desastres.

Respecto a las materias de protección civil y gestión integral de riesgos, México cuenta con un Programa Nacional de Protección Civil 2013–2018, en cuyo diagnóstico reconoce las debilidades institucionales que padece el Estado mexicano como son: la poca coordinación entre los integrantes del Sistema Nacional de Protección Civil, la desactualización y heterogeneidad del marco jurídico en materia de protección civil, la inadecuada distribución de los instrumentos financieros, y la poca certeza sobre el destino de los recursos para la atención de la población afectada (SINAPROC, 2014). Para remediar tal situación el Programa estableció dentro de sus estrategias el mejoramiento de la coordinación entre los integrantes del sistema, la generación de un marco jurídico consistente que permitiera dar certeza jurídica a las acciones en materia de protección civil; y fomentar la eficiencia en la asignación y distribución de los recursos y los instrumentos financieros (SINAPROC, 2014, Objetivos 3, 4 y 6).

Por otro lado, debemos señalar que el marco normativo nacional considera a las niñas, niños y adolescentes afectados por desastres como damnificados y sujetos de asistencia social, lo que implica que el Estado debe realizar una serie de acciones en su favor para modificar y mejorar las circunstancias de carácter social que les impidan su desarrollo integral, incluyendo su protección física, mental y social, hasta su incorporación a una vida plena y productiva (Ley General de Protección Civil, 2018, art. 2, fracc. XIV; Ley de Asistencia Social, 2018, arts. 3 y 4, fracc. XI).

#### Descripción del Método

Se elaboró una Matriz de Indicadores Estructurales que permitió la compilación, organización y análisis de los estándares internacionales de la protección de la infancia en contextos de desastres, así como las obligaciones adquiridas por el Estado mexicano con la ratificación de la Convención sobre los Derechos del Niño (1989) y convencionalidades, para compararlos con las medidas normativas, administrativas (técnicas) y presupuestales adoptadas por el Estado mexicano.

Para la construcción de los indicadores, se tomó en cuenta la propuesta realizada por Pérez y Ruíz (2017) mediante la cual se miden las capacidades institucionales que poseen las comunidades y los organismos públicos para dar respuesta a las eventualidades naturales: a) capacidad financiera, que permite medir las condiciones socioeconómicas que las instituciones tienen para invertir en la protección civil y la gestión de riesgos; b) capacidad de gestión de uso de suelo, que demuestra su capacidad regulatoria a partir del tipo y número de regulaciones que establecen los procesos para el manejo del uso de suelo; c) capacidad técnica en protección civil, útil para medir el nivel de preparación y reacción que las autoridades tienen para proteger a la infancia en contextos de desastre; y d) capacidad normativa, que permite medir la existencia de reglamentos, los objetivos que entrañan, el sistema de sanciones administrativas y su dimensión normativa respecto a las tareas cotidianas del gobierno (Pérez y Ruíz, 2017).

#### Resultados

En cuanto a la capacidad normativa, se encontró que las Procuradurías de Protección de la Niñez no conocen las funciones que deben asumir en contextos de desastre, ni los derechos que deben proteger (UNICEF, 2018 b:29). Así también, el Sistema Nacional de Protección Civil no cuenta con protocolos para proteger a la infancia en contextos de desastres naturales (CONAPROC, 2018). De igual forma, la normatividad de los programas e instrumentos financieros para atender a los damnificados y reconstruir sus hogares está desactualizada, e incluso, no contempla a la infancia como beneficiaria (SINAPROC, 2014, Diagnóstico; ASF, 2018). De ahí que se considere que el marco legal nacional es ineficaz e ineficiente para proteger a la infancia de todo tipo de violencia en contextos post desastre, incluyendo la de carácter institucional, y restituir sus derechos para garantizar su supervivencia, salud, bienestar y desarrollo (ONU, 1989; UNICEF, 2008 c).

Respecto a la capacidad técnica, las Procuradurías de Protección de la Niñez no poseen conocimiento sobre las funciones que deben asumir para prevenir y proteger a la infancia de todo tipo de violencia en situaciones de desastres, y tampoco cuentan con personal y recursos suficientes para cumplir con sus objetivos institucionales (UNICEF, 2018b; UNICEFc, 2018). Con lo cual se infiere que la niñez no está en el centro de la política de gestión

integral del riesgo y continuidad de operación de los estados afectados (UNICEF, 2018 a; 2018 b:29).

A casusa del incumplimiento de los estándares internacionales previamente expuestos, así como de la Ley General de los Derechos de Niñas, Niños y Adolescentes; y el Programa Nacional de Protección Integral de Niñas, Niños y Adolescentes 2016–2018 (SIPINNA, 2017, Líneas de acción 3.6.8., 4.4.1. y 4.4.9.), las instancias encargadas de la protección de la niñez y la reconstrucción de sus entornos no cuentan con capacidades para eliminar toda clase discriminación que les impida el goce de sus prerrogativas fundamentales, tampoco pueden garantizarles y restituirles todos sus derechos humanos, y mucho menos son capaces de asegurarles el acceso a los bienes y servicios básicos en contextos post desastre (alimentos, agua potable, saneamiento, alojamiento, salud, educación, etc.). Por tanto, las acciones de reconstrucción no abordan los daños pasados, presentes o futuros (IASC, 2011).

Para el caso de la capacidad financiera, el gobierno actual extinguido el Fondo de Desastres Naturales y sus recursos serán asignados y administrados de forma discrecional, poco transparente y sin contar con las reservas económicas que garantizaban la disponibilidad de recursos (Ortega, 2020). Desde 2014, el Fondo padeció desactualización en sus lineamientos y reglas de operación (ASF, 2018), y en 2017, año en que acontecieron los sismos de gran magnitud, sufrió una reducción presupuestal de casi el 50% (De 358,718,014 en 2016 a 179,359,007 en 2017), lo cual impactó en la respuesta financiera para atender a toda la población afectada. Por su parte, el Programa Presupuestario (Pp) E041 “Protección y restitución de los derechos de las niñas, niños y adolescentes” padece deficiencias en su Matriz de Indicadores de Resultados (MIR) que impiden verificar sus efectos en la población infantil. Tampoco permite valorar en qué medida la Procuraduría Federal de Protección de la Niñez atendió la problemática de NNA que han sido vulnerados en sus derechos (ASF, 2017). Ahora bien, en los programas dirigidos al derecho a la vivienda, estos no contemplan mecanismos para que la infancia participe en la reconstrucción o reclame su inclusión como beneficiarios.

Finalmente en la capacidades tecnológicas (TIC’s), la Auditoría Superior de la Federación ha verificado el incumplimiento de la integración de la base de datos nacionales para evaluar y dar seguimiento a la situación de vulnerabilidad y riesgo en el que se encuentra la infancia (ASF, 2017). Por tanto, México carece de un mecanismo que le permita identificar a la niñez víctima de desastres naturales e implementar acciones de prevención y restitución de forma focalizada, como lo requieren los estándares internacionales del derecho a la protección (ONU, 1989, arts. 2, 3, 5, 6. 12; CoDN, 2011).

### Conclusiones

Del análisis expuesto, podemos concluir que si bien existe un contexto normativo que ha reconocido a la niñez como titular de derechos y sujeto de protección, también prevalece una visión “adultocentrista” y “fiscalista” en las medidas legislativas, administrativas y presupuestales, que en su conjunto limitan y restringen la protección y restitución de los derechos de niñas, niños y adolescentes víctimas de desastres naturales. Esto es así porque las normas de asistencia social y protección civil clasifican a niñas, niños y adolescentes como sujetos de asistencia y no como víctimas de los desastres. De esa manera se les priva de los mecanismos de restitución y reparación de sus derechos violentados ante contextos de emergencia, al atribuir su vulnerabilidad a la magnitud de los desastres y no a la falta de capacidades institucionales del Estado para prevenir y reducir los riesgos de desastres.

Las Reglas de Operación y Lineamientos de los programas e instrumentos financieros, inherentes a la protección y restitución de los derechos de niñas, niños y adolescentes víctimas de desastres naturales, no contemplan recursos efectivos para que puedan reclamar su acceso, ni asesoramiento o asistencia letrada. Además, los Códigos Civiles todavía no les reconocen su capacidad legal, por lo que se niega a niñas, niños y adolescentes víctimas de desastres naturales la posibilidad de asegurar su patrimonio, ante el impedimento de reclamar la seguridad jurídica de la tenencia de sus hogares y su accesibilidad a la reconstrucción de sus viviendas.

El Estado mexicano no cuenta con presupuestos focalizados en la protección de la infancia y la adolescencia. El presupuesto y plantilla con que operan las Procuraduría de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes es insuficiente y no cuentan con las capacidades para desarrollar su objetivo institucional, es decir proteger y restituir los derechos. Incluso, desconocen las funciones que deben asumir en caso de desastres y emergencias para prevenir y proteger a niñas, niños y adolescentes contra todo tipo de violencia, incluyendo la representación legal para que puedan acceder a los programas e instrumentos financieros.

Los Sistemas Nacional y Estatal de Protección Civil no cuentan con un protocolo de actuación para la atención de niñas, niños y adolescentes en contextos de desastres naturales. Y el Sistema Nacional de Protección Integral de Niñas, Niños y Adolescentes no ha consolidado la base de datos nacional para identificar a aquellos infantes que se encuentran en vulnerabilidad y sean atendidos de forma prioritaria ante cualquier eventualidad.

### Recomendaciones

Se considera que se indague si las Procuradurías de Protección de la Infancia y los Sistemas de Protección Civil, de otros estados de la República Mexicana cuentan con “Protocolos de Actuación para la Protección de la Niñez en contextos de desastres”. Así también se identifiquen mecanismos para salvaguardar a los NNA de todo tipo de violencia, para que se les garantice la restitución plena de sus derechos humanos, y exista una asesoría legal eficaz y eficiente. De igual manera, se sugiere la búsqueda de programas e instrumentos financieros dirigidos a la reconstrucción de los hogares de la infancia que incluyan lo siguiente: a) información adecuada a su edad y asesoría para que puedan acceder a sus recursos o beneficios; b) mecanismos que promuevan la participación de la niñez y la adolescencia en la reconstrucción de los entornos; c) contemplar a la infancia y la adolescencia en estado de orfandad como beneficiarios; y d) establecer recursos legales para que la infancia pueda reclamar la restitución de sus derechos violentados o negados, tanto por autoridades como por agentes privados. De igual forma, es conveniente hacer un seguimiento puntual del presupuesto destinado a la operatividad de las Procuradurías de Protección de la Niñez para que haya un efectivo uso de los recursos para estas poblaciones.

### Referencias

- ASF. "Auditoría de Desempeño: 16-1-12NHK-07-0233 233-DS. Protección y Restitución de los Derechos de las Niñas, Niños y Adolescentes", *Auditoría Superior de la Federación*, 2017, consultada por Internet el 16 de enero de 2018. Dirección de internet: <http://www.asfdatos.gob.mx/>
- ASF. "Auditoría de Cumplimiento Financiero: 2017-0-06100-15-0055-2018 55-GB. Marco Institucional y Financiero para la Prevención y la Atención de Fenómenos Naturales Perturbadores, Riesgos Ambientales y Epidemiológicos", *Auditoría Superior de la Federación*, 2018, consultada por Internet el 26 de octubre de 2018. Dirección de internet: <http://www.asfdatos.gob.mx>
- CoDN. "Observación General No. 5. Medidas generales de aplicación de la Convención sobre los Derechos del Niño (artículos 4 y 42 y párrafo 6 del artículo 44)", *Comité de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas*, 19 de Septiembre de 2003, consultada por Internet el 29 de diciembre de 2018. Dirección de internet: <https://undocs.org/es/CRC/GC/2003/5>
- CoDN. "Examen de los informes presentados por los Estados Partes en virtud del artículo 44 de la Convención sobre los Derechos del Niño", *Comité de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas*, 08 de junio de 2006, consultada por Internet el 29 de diciembre de 2018. Dirección de internet: <https://undocs.org/es/CRC/C/MEX/CO/3>
- CoDN. "Observación general N° 13. Derecho del niño a no ser objeto de ninguna forma de violencia", *Comité de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas*, 18 de Abril de 2011, consultada por Internet el 03 de diciembre de 2019. Dirección de internet: <https://undocs.org/es/CRC/C/GC/13>
- CoDN. "Observaciones finales sobre los informes periódicos cuarto y quinto combinados de México", *Comité de los Derechos del Niño de las Naciones Unidas*, 03 de julio de 2015, consultada por Internet el 28 de diciembre de 2018. Dirección de internet: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G15/146/15/PDF/G1514615.pdf?OpenElement>
- CONAPROC. "Oficio No. DGVIN/367/2018", *Secretaría de Gobernación, Dirección General de Vinculación, Innovación y Normatividad en Materia de Protección Civil de la Coordinación Nacional de Protección Civil*, 2018.
- CONEVAL. "Ficha de Monitoreo 2017-2018. Protección y restitución de los derechos de las niñas, niños y adolescentes", *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*, 2019, consultada por Internet el 12 de marzo de 2020. Dirección de internet: [http://sitios.dif.gob.mx/transparencia/transparencia\\_focalizada/planeacion\\_institucional/documentos/E041\\_FichaMonitoreoEvaluacion\\_2017-2018.pdf](http://sitios.dif.gob.mx/transparencia/transparencia_focalizada/planeacion_institucional/documentos/E041_FichaMonitoreoEvaluacion_2017-2018.pdf)
- CONEVAL. "Ficha técnica del derecho a la vivienda digna y decorosa", *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*, 2020, consultada por Internet el 12 de marzo de 2020. Dirección de internet: [https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Consideraciones2020\\_Fichas/Derecho\\_a\\_la\\_Vivienda\\_2020.pdf](https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Consideraciones2020_Fichas/Derecho_a_la_Vivienda_2020.pdf)
- IASC. "Directrices operacionales del IASC sobre la protección de las personas en situación de desastres naturales", *Comité Permanente entre Organismos (IASC) de las Naciones Unidas*, mayo de 2011, consultada por Internet el 16 de octubre de 2018. Dirección de internet: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/0106\\_operational\\_guidelines\\_nd\\_spanish.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/0106_operational_guidelines_nd_spanish.pdf)
- OCHA. "Desastres Naturales en América Latina y el Caribe, 2000-2019", *Oficina de Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios*, Marzo de 2020, consultada por Internet el 12 de marzo de 2020. Dirección de internet: <https://reliefweb.int/report/world/desastres-naturales-en-am-rica-latina-y-el-caribe-2000-2019>
- Ortega, E. "Senado le cumple a AMLO: elimina 109 fideicomisos". *El Financiero*, 21 de Octubre de 2020. Dirección de internet: <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/senado-le-cumple-a-amlo-elimina-109-fideicomisos>
- ONU. "Convención sobre los Derechos del Niño", *Asamblea General de las Naciones Unidas*, Resolución 44/25, 1989, consultada por Internet el 29 de diciembre de 2018. Dirección de internet: [https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Programas/Proactiva/1LEGISLACI%C3%93N/3InstrumentosInternacionales/F/convencion\\_derechos\\_nino.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Programas/Proactiva/1LEGISLACI%C3%93N/3InstrumentosInternacionales/F/convencion_derechos_nino.pdf)

Pérez, L. y Ruíz, N. “Propuesta de indicadores de capacidades municipales para la prevención y gestión de riesgos”, Factores de Vulnerabilidad en la construcción del riesgo, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, Itaca, 2017, págs. 139-162, consultada por Internet el 29 de diciembre de 2018. Dirección de internet: [https://www.academia.edu/35933635/Propuesta\\_de\\_indicadores\\_de\\_capacidades\\_municipales\\_para\\_la\\_prevenici%C3%B3n\\_y\\_la\\_gesti%C3%B3n\\_de\\_riesgos](https://www.academia.edu/35933635/Propuesta_de_indicadores_de_capacidades_municipales_para_la_prevenici%C3%B3n_y_la_gesti%C3%B3n_de_riesgos)

Rolnik, R. “Informe de la Relatora Especial sobre una vivienda adecuada como elemento integrante del derecho a un nivel de vida adecuado y sobre el derecho de no discriminación a este respecto, Sra. Raquel Rolnik”, Organización de las Naciones Unidas, 20 de diciembre de 2010, consultada por Internet el 06 de febrero de 2020. Dirección de internet: <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2011/7469.pdf?view=1>

Ruiz, N. “La influencia de la desigualdad política intermunicipal en la producción de la vulnerabilidad ante amenazas naturales”. Un análisis en profundidad de diez municipios mexicanos, Red de Investigadores en Gobiernos Locales Mexicanos, 2015, consultada por Internet el 29 de diciembre de 2018. Dirección de internet: [https://www.academia.edu/19121011/La\\_influencia\\_de\\_la\\_desigualdad\\_pol%C3%ADtica\\_intermunicipal\\_en\\_la\\_producci%C3%B3n\\_de\\_la\\_vulnerabilidad\\_ante\\_amenazas\\_naturales\\_Un\\_an%C3%A1lisis\\_en\\_profundidad\\_de\\_diez\\_municipios\\_mexicanos](https://www.academia.edu/19121011/La_influencia_de_la_desigualdad_pol%C3%ADtica_intermunicipal_en_la_producci%C3%B3n_de_la_vulnerabilidad_ante_amenazas_naturales_Un_an%C3%A1lisis_en_profundidad_de_diez_municipios_mexicanos)

SINAPROC. “Programa Nacional de Protección Civil 2014 – 2018”, Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación, 30 de abril de 2014, consultada por Internet el 16 de octubre de 2018. Dirección de internet: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5343076&fecha=30/04/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343076&fecha=30/04/2014)

SIPINNA. “Programa Nacional de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes 2016-2018”, Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación, 16 de agosto de 2017, consultada por Internet el 20 de diciembre de 2018, Dirección de internet: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5494057&fecha=16/08/2017](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5494057&fecha=16/08/2017)

SSN. “Reporte especial. Sismo de Tehuantepec (2017-09-07 23:49 Mw 8.2)”, Servicio Sismológico Nacional, 7 de septiembre de 2017, consultada por Internet el 15 de octubre de 2018. Dirección de internet: [http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX\\_rep\\_esp\\_20170907\\_Tehuantepec\\_M82.pdf](http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2017/SSNMX_rep_esp_20170907_Tehuantepec_M82.pdf)

UNICEF. “Derechos de la niñez en emergencias y desastres. Compromiso de todos”, 2008, consultada por Internet el 15 de octubre de 2018. Dirección de internet: <https://www.eird.org/cd/herramientas-recursos-educacion-gestion-riesgo/pdf/spa/doc17788/doc17788.htm>

UNICEF a. “El impacto de los terremotos en México en los niños, niñas y adolescentes. Hallazgos y recomendaciones para dar una mejor respuesta”, UNICEF México, 2018, consultada por Internet el 10 de octubre de 2018. Dirección de internet: <https://www.unicef.org/mexico/media/916/file/El%20impacto%20de%20los%20terremotos%20en%20M%C3%A9xico%20en%20los%20ni%C3%B1os,%20ni%C3%B1as%20y%20adolescentes:%20hallazgos%20y%20recomendaciones%20para%20dar%20una%20mejor%20respuesta..pdf>

UNICEF b. “Informe sobre la situación humanitaria de la infancia y la adolescencia a un año de los terremotos en México”, UNICEF México, septiembre de 2018, consultada por Internet el 10 de octubre de 2018. Dirección de internet: <https://www.unicef.org/mexico/sites/unicef.org/mexico/files/2018-10/Sismos%20Septiembre2018%20AltaRes.pdf>

UNICEF c. “Informe sobre el costeo de las Procuradurías de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes en las entidades federativas”, Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, 2018, consultada por Internet el 23 de marzo de 2020. Dirección de internet: <http://sitios.dif.gob.mx/pdmf/wp-content/uploads/2018/12/InformeCosteo.pdf>

## Notas Biográficas

El Lic. Gerardo Villanueva Toledo, es Licenciado en derecho y Maestrante del Programa de Posgrado en Defensa de los Derechos Humanos del CECOCISE, UNACH. Presidente de la Asociación Civil Agenda DESCA.

La Dra. Yolanda Castañeda Altamirano es Psicóloga Social de Grupos e Instituciones por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Profesora de Carrera Tiempo Completo del Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Colabora en líneas de investigación sobre: Procesos psicosociales en la atención a los DESCA.

El Dr. José Adriano Anaya tiene el Doctorado en Ciencias Sociales y Humanística. Profesor de Tiempo Completo del Centro de Estudios Para la Construcción de Ciudadanía y Seguridad (CECOCISE) de la Universidad Autónoma de Chiapas, México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, Nivel 1. Colabora en líneas de investigación sobre: Derechos humanos y construcción de ciudadanía.

El Dr. Arturo Lomelí González es Dr. En Ciencias Sociales y Humanística. Profesor de Tiempo Completo del Centro de Estudios Para la Construcción de Ciudadanía y Seguridad (CECOCISE) de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.

# Producción de un poliéster mediante nuevas energías

M.I Eddy Abraham Villaseca Alonso<sup>1</sup>, M.C. Irma Nuñez Nakamura<sup>2</sup>,  
C. Fernando Sosa Vázquez<sup>3</sup> y C. Paola Chávez Paniagua<sup>4</sup>

**Resumen**— En este artículo se presenta y discute la preparación, caracterización y evaluación de un poliéster alifático. La discusión se centró en variables de síntesis como el tiempo, temperatura y composición. Se utilizó un ácido carboxílico productos de la oxidación de un aldehído y un alcohol terciario para llevar a cabo una reacción de esterificación y obtener el poliéster. Los tiempos de reacción por calentamiento convencional son demasiado elevados, por ende, se procedió a optimizar la reacción por medio de una energía alternativa como las microondas, utilizando los principios de la Química Verde, en este proceso se utilizó una columna de sulfato de sodio anhídrido como medio desecante, la identificación del poliéster se realizó mediante Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y de Espectroscopia Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR). Los resultados obtenidos permitieron conocer la influencia de las propiedades del polímero y el peso molecular del polímero.

**Palabras clave**— oxidación, prevención, polímeros, química verde.

## Introducción

“La química es una ciencia activa y en evolución que tiene importancia vital para nuestro plantea, tanto en la naturaleza como en la sociedad” (Chang y Goldsby, 2013). Dentro de ella se encuentra un sin número de nuevos descubrimientos que día con día van siendo mejorados tal como son los polímeros que desde tiempos remotos han estado presentes naturalmente como la seda, gomas, marfil, entre otros; Pero ¿Qué es un polímero? Se refiere a sustancias de muy alta masa molecular, formada por la repetición de numerosos fragmentos denominados polímeros (Arrazola y Martínez, 2002). Tiempo después de la Segunda Guerra Mundial los primeros polímeros sintéticos se iniciaron a elaborar con un limitado número de monómeros, dando origen a nuevas aplicaciones como la fabricación de policarbonatos para las carcasas de los ordenadores que contienen poliuretanos modificados como retardadores de llama, para evitar posibles incendios provocado por el calor generado de los componentes electrónicos.

Hay diversas formas de sintetizar polímeros, una de las propuestas hechas en este presente trabajo es aplicando la “Química Verde”, la cual habla de realizar diseños de productos y procesos para reducir sustancias peligrosas, en este caso se han diseñado catalizadores sustentados en sílice gel, para que estos al ser desechados reduzcan el impacto ambiental, a estos se les conoce como catalizadores verdes que ayudan a que la reacción de oxidación de aldehídos se lleve a cabo de forma más rápida y sin generar residuos peligrosos.

Entonces teniendo en cuenta esto, podrá limitarse el uso de las sustancias y equipos auxiliares para de darle un tratamiento secundario a dichas sustancias en caso de que hubiera una generación de las mismas como una de sus ventajas principales, pero como es una ruta aun nueva en la síntesis de nuevos componentes el campo de aplicación tiene un costo alto lo que limita como tal el campo de acción para poder innovar polímeros con alta resistencia, elasticidad a costos bajos y que puedan ser elaborados en grandes cantidades para ser puestos a disposición de la comunidad en general.

## Descripción del Método

### *Oxidación de aldehídos*

La oxidación de aldehído se llevó cabo a 75°C por medio de una corriente de oxígeno que fue suministrada a 2 L/min en un reactor de 100 ml y el cual tiene un vigreux de 15 cm de altura con el propósito de mantener a régimen

<sup>1</sup> M.I. Eddy Abraham Villaseca Alonso es Profesor del Área de Química del CECyT No. 3 Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Estado de México y de fisicoquímica en la UAEM, Ecatepec de Morelos, Estado de México, [evillasecaa@ipn.mx](mailto:evillasecaa@ipn.mx).

<sup>2</sup> M.C Irma Nuñez Nakamura es Profesora del Área de Química del CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Estado de México, [innakamura@hotmail.com](mailto:innakamura@hotmail.com).

<sup>3</sup> Fernando Sosa Vázquez es estudiante de la Carrera de Manufactura Asistida por Computadora en el CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Estado de México, [sosa.fv.bt@gmail.com](mailto:sosa.fv.bt@gmail.com).

<sup>4</sup> Paola Chávez Paniagua es Estudiante de la Carrera de Manufactura Asistida por Computadora en el CECyT No.3 “Estanislao Ramírez Ruiz” del Instituto Politécnico Nacional, Ecatepec de Morelos, Estado de México, [paola\\_chavez\\_p@hotmail.com](mailto:paola_chavez_p@hotmail.com).

permanente el reflujó del aldehído que se oxidó y posteriormente un condensador de pared como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Montaje del equipo para la oxidación de aldehídos (Villaseca Alonso 2020)

*Selección de catalizadores y Formación del polímero*

En esta etapa la reacción se llevó a cabo en medio ácido o básico, pero en experimentos preliminares se arrojaron datos cinéticos en los cuales la reacción es favorecida en medio ácido por las características de los reactivos. Posteriormente la reacción se realizó en medio básico y se desplazó hacia el equilibrio dando productos no deseados, como agua. Se decidió optar por utilizar catalizadores ácidos soportados (los cuales tiene como base principal el dióxido de silicio y en este es impregnado el cloruro de ácido correspondiente mediante una solución concentrada) que se reportan en la literatura y que se usaron en reacciones similares a la que se realiza en este estudio, además dichos catalizadores son seleccionados por su acidez, conversión, estructura y selectividad. Entre los cuales están:  $SbCl/SiO_2$ ,  $ZnCl/SiO_2$  y  $AgNO_3/SiO_2$ . La figura 2. describe el proceso de síntesis del polímero, para ello se utilizó un reactor de 100 ml marca Pyrex, adaptado a un vigreux de 17 cm de longitud y a su vez acoplado a un refrigerante de pared en el cual se hizo pasar agua a una temperatura ambiente y posteriormente descendía a 3°C con ayuda de un baño de hielo y finalmente un dispositivo para hacer un vacío de 0.3 Kgf /cm<sup>2</sup> que permitió extraer la mayor cantidad de agua que se generaba en la reacción.

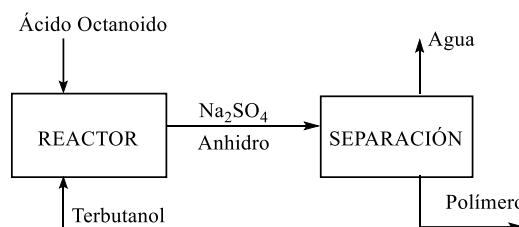


Fig. 2. Diagrama del proceso de síntesis . (Villaseca Alonso, 2019)

Experimento	Acido (ml)	Alcohol(ml)	Tiempo (hr)
1	15	7.5	2.6
2	15	7.5	2.2
3	15	7.5	1.9
4	10	5	1.7
5	10	5	1.5
6	10	5	1.2

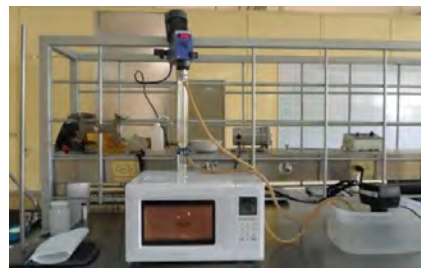
Tabla 1 Experimentos para la formación del polímero con calentamiento convencional

### Experimentación por calentamiento convencional

En la Tabla 1 muestra las cantidades de materiales en los experimentos que se realizaron para la formación del poliéster en relaciones molares. En esta etapa de la reacción se realizó la parte de condensación del poliéster como se muestra a continuación en la Figura 3. El cual consiste en la combinación del ácido y del diol y como subproducto tenemos la aparición y condensación del agua que posteriormente es extraída por medio de una bomba de vacío.



**Fig. 3.** Condensación del poliéster (Villaseca Alonso, 2019)



**Fig 4.** Síntesis y condensación del poliéster mediante microondas. (Villaseca, 2019).

### Experimentación por calentamiento con microondas

La figura 4 muestra el método por microondas para la síntesis del polímero para disminuir sustancialmente el tiempo de reacción manteniendo fija la relación de catalizador con calentamiento convencional.

En la Tabla 2 se muestran los ensayos realizados para la síntesis del polímero usando microondas como medio de reacción, en los cuales se puede observar que existe una disminución del tiempo síntesis que aumentar con ello la masa de catalizador. Cabe resaltar que la potencia del horno se fue aumentando gradualmente en un 10% en cada prueba con distintos catalizadores.

Prueba	Ácido Octanoico (ml)	Terbutanol (ml)	Tiempo de reacción (min)
1	15	5	13
2	15	5	6.5
3	15	5	5.5
4	15	5	4.3

Tabla 2. Experimentos para la formación del polímero con calentamiento con microondas

### Discusión de resultados

La síntesis de **polímeros** conlleva una serie de etapas, inicialmente la oxidación del aldehído para que, a través de un catalizador soportado, el cual consiste en un cloruro ácido en dióxido de silicio y oxígeno durante aproximadamente de 120 minutos para obtener el correspondiente ácido carboxílico. Se realizaron diferentes pruebas en las cuales, los mejores rendimientos se obtienen con el catalizador de  $SbCl/SiO_2$  a una temperatura de  $98^\circ C$  y  $585mmHg$ , cabe resaltar que durante la oxidación de dichos aldehídos las propiedades organolépticas cambian y la cinética de reacción fue medida mediante el índice de refracción.

Como siguiente etapa es el proceso de polimerización llevado a cabo por mecanismo de condensación ya que se forma un subproducto de la reacción y para ello se usó un vacío para eliminar el agua que se genera por método convencional y por microondas para la optimización de dicho proceso.

### Espectroscopia de infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR)

Las Figuras 5 y 6 muestran los espectros de IR del octanal y el ácido octanoico respectivamente mediante un espectrofotómetro Nicolet 6700 FTIR por la técnica de película.

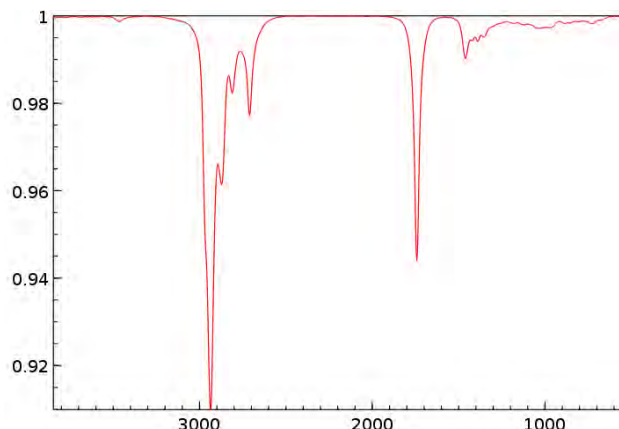


Fig. 5. Espectro de infrarrojo del octanal usado en la etapa inicial.

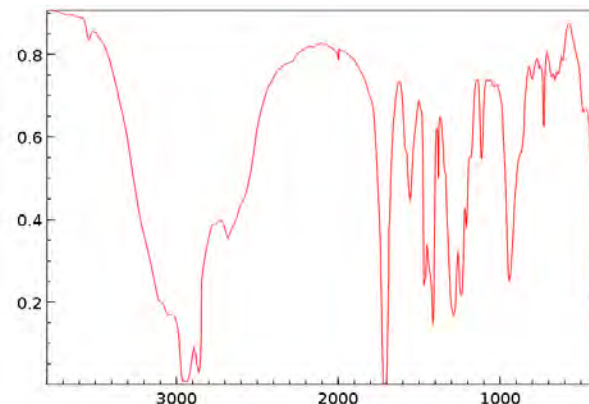


Fig. 6. Espectro de infrarrojo del octanoico producto de la oxidación del aldehído

En la figura 5 y 6 se observa una señal entre 3000 y 2500  $\text{cm}^{-1}$  correspondiente a la vibración de tensión del enlace C-O del grupo aldehído y en la cual que el la figura 6 se observa más ancha debido a la vibración C-O del grupo ácido, a 1650  $\text{cm}^{-1}$  la señal correspondiente a la vibración de estiramiento al carbonilo (C=O) del ácido y a 1750  $\text{cm}^{-1}$  la misma vibración pero ahora del grupo aldehído, a 1300  $\text{cm}^{-1}$  la señal correspondiente a la vibración de balanceo del carboxilo, y en un intervalo de 1000 a 800  $\text{cm}^{-1}$  la señales correspondientes a la vibración de balanceo de los hidrógenos alifáticos de los metilos (-CH<sub>3</sub>) y metilenos (-CH<sub>2</sub>) de ambas cadenas carbonadas.

#### Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear

La figura 7 muestra los espectros de las sustancias puras obtenidos por la técnica de protón (<sup>1</sup>H), los cuales darán pauta para hacer el análisis de los espectros obtenidos en las síntesis realizadas por el método convencional y el método por microondas y de ese modo evaluar el comportamiento del polímero lo largo de la reacción.

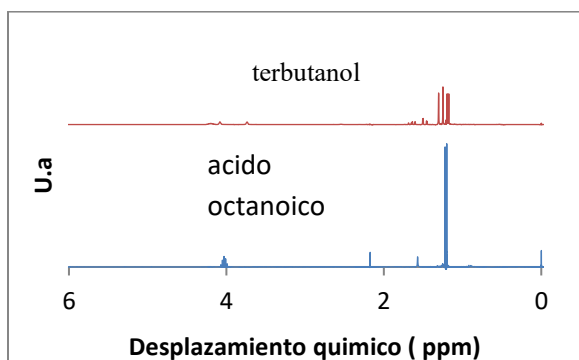


Figura 7. Espectros de RMN de los reactivos de partida para la síntesis del poliéster

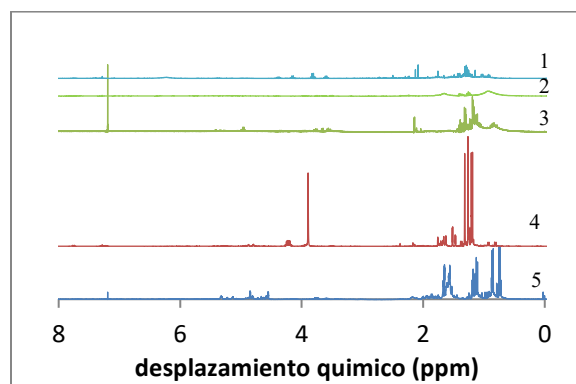


Figura 8. Espectros de RMN de las síntesis del poliéster usando diversos catalizadores soportados, en los cuales los catalizadores soportados fueron: 1) FeCl<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>, 2) SnCl<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>, 3) SbCl<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>. 4) AgNO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>, 5) Amberlyst 15

El espectro mostrado en la figura 6 corresponde al experimento realizado con tricloruro de aluminio como catalizador. La señal ubicada a  $\delta=1.37$  ppm corresponde a los protones  $\alpha$ -H de un éster. Debido a su alta acidez del ácido Lewis usado, que provoca la formación de coque, se observa la de formación carbón orgánico.



La señal intensa ubicada a  $\delta = 1.37$  ppm en la figura 8 corresponde a los protones  $\alpha$  de un éster. También se observa que hay un ensanchamiento de las señales producto del crecimiento del peso molecular del polímero, debido a que la posición y el ancho de la banda del éster está asociado directamente a la conversión de los reactivos de partida

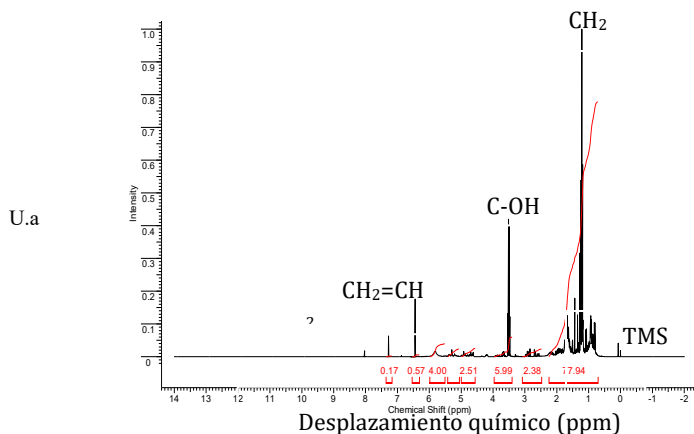


Figura 9. Espectro del polímero sintetizado usando  $\text{SbCl}/\text{SiO}_2$

La intensidad de las señales es aguda y ancha debido a que el crecimiento del polímero usando un catalizador soportado, en comparación con espectros obtenidos sintetizados con diferente catalizador más ácido como lo es el  $\text{AgNO}_3$ . Realizadas las síntesis se procedió a la caracterización en la técnica de resonancia magnética nuclear en donde se determinaron parámetros esenciales como son: La relación molar (alcohol / ácido) de los reactivos y el peso molecular del éster

Debido a que los tiempos de reacción son bastante elevados por calentamiento convencional se decidió hacer las síntesis con ayuda de una energía verde como lo es el uso del microondas como medio de calentamiento, lo que tiene como consecuencias dos puntos muy importantes en este estudio:

- La disminución del tiempo de reacción de forma muy considerable puesto que se optimiza hasta en un 90% el tiempo de reacción por este tipo de calentamiento con respecto al convencional.
- El aumento del peso molecular del éster.

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos con base en las unidades monoméricas.

Tabla No. 3. Resultados obtenidos de las unidades monoméricas de cada experimento

Experimento	Unidades de monoméricas	Peso molecular (Da)
1	9.77	1368.86
2	15.23	2013.14
3	24.36	3090.48
4	30.07	3764.26
5	38.22	4725.96

En ambos casos, tanto para la síntesis de microondas como para la de calentamiento convencional se evaluaron los parámetros anteriormente descritos.

## Conclusiones

Se logró las síntesis de un poliéster a partir de los monómeros de ácido octanoico y terbutanol en un medio libre de disolventes.

La reacción vía microondas favorece la polimerización debido a las interacciones moleculares producidas por las ondas de microondas en comparación con la reacción vía calentamiento convencional son mayores.

El peso molecular se ve favorecido con  $SbCl/SiO_2$  como catalizador tanto por vía calentamiento convencional como por microondas.

Se determinó el Peso Molecular de los poliésteres sintetizados mediante el análisis de los grupos terminales, determinado por RMN de hidrógeno.

## Referencias

- Wiley J. y K. Miura Cabrera. "The use of the XZY method in the Atlanta Hospital System," *Interfaces*, Vol. 5, No. 3, 2003.
- Alfonso C., Crespo J., (2005), *Separación Verde: Procesos Fundamentales y Aplicaciones*, Wiley-CVH.
- Cavani F., Centi G., Perathoner S., Trifiró F. (2009), *Química Industrial Sustentable*, Wiley-CVH.
- Dharmarao., (2006). Oxidación con ácido peroximonofosforico: Cinética y mecanismo de oxidación de aldehídos alifáticos *TetrahedronLetters*, Vol. 27, No. 38, p. 4537- 4540.
- Doble M., Kumar A., (2007), *Química Verde e Ingeniería*, Elsevier.
- Donald R. Larkin., (2009). El rol de la catálisis en la oxidación aerobia de aldehídos alifáticos, *J. Vol. 5, No.55., Org. Chem.*, p. 1563–1568.
- Ferrucio T., Fabrizio C., (2001). Oxidación selectiva por catálisis heterogénea, *Academia de Kluwer*, Nueva York.
- Flor del Monte A. D., Elsa M. V. (2002). *Química y propiedades de los polímeros*. 5ta Ed., p.187-229
- Francis A. C. (2006). *Química orgánica*, 6ta Ed., Mc Graw Hill., p. 712-764
- Francis A. C., Richard J. S. (2007). *Advanced Organic Chemistry, Part B.*, 5ta Ed., Mc Graw Hill.
- Gallardo M. P., (2013). *Las zeolitas y sus aplicaciones*, facultad de ciencias químicas, Universidad de Madrid.
- Guzmán J., Pérez H., Trejo J., Viveros T., (2002). *Rev. Mex. Ing. Quím.*, 1 p. 29.
- House J., (2007). *Principios de Cinética Química*, 2ª Edición, Elsevier.
- James T. Richardson., (2005). *Principios de desarrollo de catalizadores*, Academia Kluwer, 1ª Ed., Nueva York, p.104-107.
- Jan-Erling Backvall., (2010). *Métodos modernos de oxidación*, Alemania.
- John McMurry (2008). *Química orgánica*, 7a Ed., Chengage learning., p. 1206-1221
- Koel M., Kaljurand M., (2010). *Química Analítica Verde*, RSC, Reino Unido.
- Loupy A., (2009). *Solventes modernos en química orgánica: Temas actuales en química*, p. 206.
- L. G. Wade, Jr (2011). *Química Orgánica*, volumen 1., 7a Ed., Pearson, p. 510-561.
- L. G. Wade, Jr (2011). *Química Orgánica*, volumen 2., 7a Ed., Pearson, p. 937-1040.
- Raymond C., Kenneth A. G. (2013). *Química*, 11a Ed., Mc Graw Hill., p. 1060-1085.
- Richard H. B., Grant D. S. (2007). *Polymer dynamics and relaxation.*, Cambridge.
- Robert T. M., Robert N. B. (1987). *Química Orgánica*. 5ta Ed., Pearson, p. 564-567, 568-570.
- Villaseca A. (2011). *Síntesis verde y caracterización de un poliéster alifático*. Tesis de Licenciatura, Escuela superior de ingeniería e industrias extractivas, IPN, México.
- Villaseca A. (2015). *Diseño de un procedimiento para la eliminación de contaminantes inorgánicos altamente riesgosos en procesos industriales*. Tesis de Maestría, Escuela superior de ingeniería y arquitectura, IPN,

# SISTEMATIZACIÓN DE DIRECTORIOS DE PRODUCTOS Y EMPRESAS DE NANOTECNOLOGÍA

Dra. Laura Liliana Villa Vázquez<sup>1</sup>

**Resumen** — La nanotecnología se define como aplicaciones tecnológicas que se basan en la manipulación de la materia en la escala de entre uno y cien nanómetros. Esto posibilita el desarrollo de nuevos productos fortalecidos por las características novedosas que permite este tamaño. Mucho se ha discutido sobre el volumen de la industria basada en este paquete tecnológico, así como sus implicaciones sociales y económicas. Sin embargo, un punto inicial para dimensionar su impacto socioeconómico es autenticar el número de empresas, lo cual se complica ante la falta de certificación de los productos con nanocomponentes a nivel mundial. Ante esta situación, se han desarrollado varios directorios empresariales. En este trabajo implementamos un orden categorial para identificar y clasificar a los diferentes directorios que existen a nivel mundial sobre empresas nanotecnológicas. El objetivo es establecer criterios de clasificación que permitan sistematizar la información dispersa sobre la materia.

**Palabras clave** — Nanotecnología, Empresas, Directorios, Economía, Productos.

## Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo proporcionar criterios orientadores para la clasificación de directorios de productos o empresas de nanotecnología. En principio, se parte del reconocimiento de la importancia de este tipo de tecnologías en el mercado, así como la relevancia de su aplicación y polémica en torno a la toxicidad de los nano materiales. Posteriormente se discute el impacto social y económico de las nanotecnologías tanto en países desarrollados como subdesarrollados. En un tercer momento se analizan los distintos diseños de directorios en el mundo, los cuales muestran rutas de orientación diversas en su avance. Finalmente se brindan conclusiones donde se destacan los principales aportes del trabajo.

## Nanotecnología: habilitadora, novedosa, polémica

La nanotecnología en su definición más convencional se relaciona con la manipulación de la materia en su escala nanométrica; es decir, de entre 1 a 100 nanómetros y tiene el objetivo de desarrollar aplicaciones novedosas en procesos industriales o en funcionamiento de productos (NNIa, s/f). Un nanómetro es la milmillonésima de un metro. Una bacteria, por ejemplo, puede llegar a tener 20 nanómetros de diámetro, un cabello humano 80, 000 nanómetros y una hoja de papel alrededor de 100 mil nanómetros de espesor (NNIb, s/f). Lo que hace posible las aplicaciones novedosas son las propiedades físicas, cuánticas y químicas de los materiales a la nanoescala, ya que éstas son diferentes a los mismos materiales en escala mayor. Resistencia, conductividad, flexibilidad, toxicidad, entre otras, son características que manifiesta los materiales en esta escala y permiten desarrollar nuevas aplicaciones. Vidrios auto-limpiantes, pinturas térmicas y con propiedades fungicidas, alimentos con medicamentos integrados, textiles resistentes a manchas y muchas aplicaciones novedosas son solamente un ejemplo de lo que la nanotecnología puede hacer.

Tsusuki (2009) estimó, a principios de la década pasada, que no había sector industrial que no usara nanotecnología en sus productos o procesos productivos: textiles, salud, medioambiente, energía, agricultura, manufacturas, entre otros. Al centro de este sinnúmero de aplicaciones se encuentran los nanomateriales manufacturados (NM). Charitidis y colaboradores (2014), explican cómo hoy en día se aplican diferentes métodos para la obtención de estos materiales: i) procedimientos a gran escala para la síntesis (basados en aerosoles, condensación de gases, generación mediante descargas, ablación laser, basados en plasma, deposición de vapores químicos, a partir de líquidos, etcétera), ii) basados en carbón (fullerenos, nanotubos de carbono), iii) materiales inorgánicos (metales, oro, plata platino, paladio, híbridos, óxidos metálicos, *quantum dots*), y iv) nanomanufacturas especiales. Desde luego, esto es solo una síntesis de las posibilidades y estrategias utilizadas para obtener NM, pero da cuenta de las amplias posibilidades. Al respeto, podemos argumentar que la nanotecnología es un paquete técnico habilitador, ya que potencia la disposición de las nuevas características físicas y cuánticas de la materia en cualquier aplicación. Por consiguiente, la manufactura de materiales en la nano escala es una realidad económica e industrial, pero como en todo

<sup>1</sup> Profesora Investigadora de la Unidad Académica en Economía. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. Correo-e: [laura\\_lilianavilla@yahoo.com.mx](mailto:laura_lilianavilla@yahoo.com.mx). La autora agradece el apoyo del proyecto A1S9013 CONACYT-CB y al PROFEXCE UAZ 2020.

nuevo desarrollo tecnológico las ventajas siempre vienen acompañadas de aspectos perniciosos que son necesarios considerar.

Uno de estos, y el que captura el grueso de la discusión técnica del uso de NM en la industria, está vinculado con la toxicidad. La exposición a los NM es una realidad a partir de la bio-acumulación en el cuerpo humano vía piel, tracto respiratorio, sistema gastrointestinal, barrera hematoencefálica, hígado o bazo (Ganguly, Ailish & Suresh, 2018). Adicionalmente, estudios por parte de distintas instituciones de salud a nivel mundial han mostrado la importancia de impulsar una agenda científica que evalúe la toxicidad de los NM. Sobresale el estudio del Instituto Nacional de Salud (National Institute of Health) de Estados Unidos en donde se detallan los riesgos a la salud humana y medio ambiente por la manipulación de NM, especialmente para los trabajadores (Kulinowski & Lippy, 2011). El problema de la toxicidad de los NM ha motivado el desarrollo de áreas especializadas para la evaluación de sus impactos en la cadena trófica, en la salud humana o animal y en los riesgos ocupacionales. De tal forma que términos como ecotoxicidad, citotoxicidad y toxicología ocupacional ocupan espacios importantes en la terminología científica sobre la materia (Oberdörster, Oberdörster & Oberdörster). Y esto no sorprende, ya que los estudios científicos sobre la toxicidad de los NM se han incrementado rápidamente en los últimos años. En este sentido, Shvedova y colaboradores (2016) encontraron que en 2005 se habían publicado 25 artículos en revistas de corriente principal sobre el tema de toxicidad de los NM; el número de artículos se incrementó a 3700 en 2015. Así como el impacto económico e industrial de la nanotecnología es una realidad, también lo es el interés y la evidencia sobre los riesgos en el contacto o manejo de los NM. Hay pocos estudios que hacen referencia a la importancia científica del tema en México. Uno de ellos fue elaborado en 2014, en el cual se ubicaron 25 artículos de corriente principal, de entre un total de 4471, que abordaban el tema de nanotoxicidad; esto representa el 0.6 % del total (Záyago, Frederick & Foladori, 2014). Esto es muy similar para América Latina y, en general, para el resto de los países que integran el llamado Sur Global (países no industrializados o en vías de desarrollo).

La problemática de la toxicidad está acompañada de la falta de certificación, regulación o estandarización de las definiciones sobre lo que contiene nanotecnología o no. Hoy en día, por convención, se acepta que se trata de la manipulación de la materia en la escala nanométrica, de 1 – a 100 nanómetros. La pregunta es ¿qué pasa cuando hay materiales al 101, 200, 300 o 400 nanómetros?, ¿ya no estamos en el ámbito nanotecnológico, aún cuando se manifiesten propiedades similares a los materiales en la nanoescala? La ambigüedad en la definición tiene un impacto en la regulación, definición de procedimientos y registros en el manejo de los productos de nanotecnología, así como en la evaluación de las implicaciones sociales, económicas, políticas o legales de este paquete tecnológico. Arteaga Figueroa (2020), en su tesis de doctorado, realizó una compilación sobre las diferentes definiciones más importantes sobre nanotecnología. En el Cuadro 1 se detalla la información.

País/iniciativa o plan	Definición
Estados Unidos: National Nanotechnology Initiative (NNI)	La nanotecnología es la comprensión y el control de la materia en dimensiones de aproximadamente 1 a 100 nanómetros, donde fenómenos únicos permiten aplicaciones novedosas. Al abarcar la ciencia, la ingeniería y la tecnología a nanoescala, la nanotecnología implica imágenes, mediciones, modelado y manipulación de la materia a esta escala.
Unión Europea: Seventh Framework Programme (2007-2013)	Generar nuevos conocimientos sobre la interfaz y los fenómenos dependientes del tamaño; control a nanoescala de las propiedades del material para nuevas aplicaciones; integración de tecnologías a nanoescala; propiedades de autoensamblaje; nanomotores; máquinas y sistemas; métodos y herramientas para caracterización y manipulación en nano dimensiones; tecnologías de nano precisión en química para la fabricación de materiales y componentes básicos; impacto en la seguridad humana, la salud y el medio ambiente; metrología, monitoreo y detección, nomenclatura y estándares; exploración de nuevos conceptos y enfoques para aplicaciones sectoriales, incluida la integración y convergencia de tecnologías emergentes.
ISO TC229	Comprensión y control de la materia y los procesos a nanoescala, típica, pero no exclusivamente, por debajo de 100 nanómetros en una o más dimensiones, donde la aparición de fenómenos dependientes del tamaño generalmente permite nuevas aplicaciones. Utilizando las propiedades de los materiales a nanoescala que difieren de las propiedades de los átomos individuales, las moléculas y la materia en masa, para crear materiales, dispositivos y sistemas mejorados que exploten estas nuevas propiedades.

Japón: Segundo Plan Básico de Ciencia y Tecnología (2001-2005)	La nanotecnología es una ciencia y tecnología interdisciplinaria que abarca las TICs, ciencias ambientales, ciencias de la vida, ciencia de los materiales, etc. Es para controlar y manejar átomos y moléculas en el orden de nanómetros (1/1,000,000,000) que permiten descubrir nuevas funciones, aprovechando sus características de material únicas en el tamaño nano, para que pueda aportar innovación tecnológica en varios campos.
Reino Unido: New Dimensions for Manufacturing: A UK Strategy for Nanotechnology	La nanotecnología y la nanociencia se ocupan de la ciencia de los materiales y su aplicación a escala nanométrica, o alrededor de esta, (milmillonésima parte de un metro). La fabricación puede alcanzar la nanoescala ya sea de arriba hacia abajo ( <i>top-down</i> ), 'mecanizando' a dimensiones cada vez más pequeñas, o de abajo hacia arriba ( <i>bottom-up</i> ), explotando la capacidad de las moléculas y los sistemas biológicos para 'autoensamblar' pequeñas estructuras. Es en la conjunción de estos dos enfoques, en la reunión de fabricación física y química / biológica, donde reside el potencial de revolución.

Cuadro 1. Definiciones sobre nanotecnología según varias instituciones o iniciativas nacionales (OECD, 2009; Arteaga, 2020).

Todas las definiciones contenidas en el Cuadro 1 refieren a la escala y a las capacidades técnicas que se derivan de ésta en cuanto su aprovechamiento en las aplicaciones nanotecnológicas. Sin embargo, las definiciones basadas en el tamaño dejan espacio a la ambigüedad, pues no queda claro la dimensión exacta en la que las características físico-cuánticas o tóxicas se estandarizan. Asimismo, esta situación permite que el seguimiento de los impactos ambientales o a la salud humana quede en el ámbito de la imprecisión.

### Impacto social y económico de la nanotecnología

Existen varios estudios y redes de investigación que intentan evaluar las implicaciones sociales de la nanotecnología. En América Latina, destacan las investigaciones de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS), cuya sede se encuentra en la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) (véase [www.estudiosdeldesarrollo.mx](http://www.estudiosdeldesarrollo.mx)). Uno de los temas más recurrentes en este tipo de estudios es la dimensión económica de cara a la inversión en investigación y desarrollo (I+D). Se asume que, ante una mayor inversión, el control o protagonismo en la cadena de valor de la nanotecnología será mayor.

En términos de la inversión destinada a la I+D, sobresale lo que destinan los países desarrollados o aquellos que lanzaron Iniciativas Nacionales de Nanotecnología (INN) o que estructuraron políticas públicas con financiamiento. A nivel mundial, la inversión alcanzaba el orden de 8,600 millones de dólares anuales en 2004 (Jia, 2005). Según estimaciones previas, la inversión en I+D de la tecnología de lo diminuto podrá alcanzar un aproximado de 125,000 millones de dólares en 2024 (Wennersten, Fidler & Spitsyna, 2008). Mientras tanto, el tamaño del mercado de la nanotecnología puede alcanzar un valor de 350 mil millones de dólares en 2025, según estudios de consultoras de análisis de mercados (PR Newswire, 2018). El financiamiento público ha sido una herramienta indispensable para el desarrollo de la nanotecnología a nivel mundial. El primer país en lanzar una iniciativa en la materia fue China, pero en 2001, Estados Unidos capturó la atención de los circuitos de investigación científica al ser el primer país desarrollado en emitir una INN. Hoy en día, la nación norteamericana ha destinado un total de 29 mil millones de dólares para desarrollar a la nanotecnología (NNIC, 2020). Estados Unidos, como nación hegemónica mundial y líder tecnológico en varios frentes, no solo en inversión sino también en materia de patentes. Prácticamente Estados Unidos y otros países asiáticos disputan la supremacía en cuanto a número de patentes y productos de nanotecnología a nivel mundial. Por ejemplo, al 2019 la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO por sus siglas en inglés) registra un total de 4,837 patentes de nanotecnología asignadas a inventores o empresas estadounidenses y el siguiente país de residencia, con mayor número de patentes obtenidas, es Corea del Sur con 931 (Statsnano, 2020). La USPTO tiene la reserva de registros de patentes más amplia del planeta. No obstante, sobresale que en el top 10 no existen inventores o empresas con sede en algún país subdesarrollado o pobre. Y esto ilustra lo complicado que puede ser impulsar la investigación necesaria para asegurar un registro de patente. En el Cuadro 2 se detalla la perspectiva y la distribución de patentes por país de origen en la USPTO.

País	# patentes asignadas al 2019 (USPTO)
Estados Unidos	4,837
Corea del Sur	931
Japón	746
China	707

Taiwán	505
Alemania	348
Francia	233
Arabia Saudita	176
Reino Unido	149
Canadá	145

Cuadro 2. Patentes de nanotecnología asignadas en la USPTO por país al 2019 (Fuente: STASnano, 2020).

Como podemos observar, los países con mayores recursos o más desarrollados dominan el mapa de patentes de nanotecnología en la USPTO. Esto, también, deja en evidencia la consistente brecha que se marca entre los países más avanzados y sus contrapartes subdesarrolladas. Se trata, sin duda, de un franco reto que puede limitar el acceso a los posibles beneficios derivados de la nanotecnología. Hay que recordar que la patente garantiza la propiedad y el derecho a comercializar, vender o rentar el conocimiento incorporado a dicha patente por unos 20 años. En otras palabras, esto significa que se garantiza la explotación monopólica a favor de una empresa o individuo. En el caso de la nanotecnología y de la oficina de los Estados Unidos para la propiedad intelectual (USPTO), la gran mayoría de patentes tienen origen en países industrializados.

### Directorios de empresas y productos de nanotecnología

La racionalidad detrás de los inventarios de empresas de nanotecnología es otorgar certeza a los productos que contengan NM o que requieran nanocomponentes en su fabricación. Desafortunadamente, a nivel internacional no existe obligatoriedad o algún tipo de regulación que exija a las empresas a etiquetar o certificar dicha información. Esto ocasiona que la valoración de impacto social, económico, legal, político o, incluso, el estimar el tamaño del mercado nanotecnológico muchas veces quede en la mera especulación. De tal forma que intentamos desarrollar una tipología que permita identificar los distintos inventarios de acuerdo con la certeza de la información, en cuanto a contenido nanotecnológico, y actualidad de ésta. Además, en términos de orientación podemos clasificar a los directorios a partir de su objetivo o meta: i) vinculatorios, ii) orientados a riesgos, y iii) educativos o de investigación. El aporte de este trabajo es, precisamente, brindar una perspectiva metodológica a las categorías de los inventarios de empresas y productos de nanotecnología.

El pasar revista a todos los inventarios en el orbe escapa a los objetivos de este trabajo. Sin embargo, podemos destacar a los más importantes, así como contextualizar su orientación y vigencia. Uno de los primeros en aparecer fue el *Project on Emerging Nanotechnologies* del Wodroow Wilson Center en Washington, Estados Unidos. Inició en 2005 y en algún momento tuvo la colaboración del Instituto Tecnológico de Virginia para certificar los componentes nanotecnológicos de los productos. Llegó a tener en su base de datos cerca de 2 mil entradas, pero dejó de estar vigente en 2019, y hoy día ya no se puede ubicar en la web (PEN, 2019). Este inventario estaba orientado a la vinculación y certificación de nanocomponentes. No obstante, el número de productos que llegó a registrar no era consistente con el tamaño de la economía estadounidense. En especial, si se considera los registros de los inventarios enlistados más adelante.

El Centro de Innovación Responsable, en Suiza, mantiene una página web (Nanoopinion) cuyo objetivo es mantener información actualizada sobre la vinculación nanotecnología y educación en la Unión Europea. Mantiene una base de datos en donde participan 17 socios de 11 países y, entre otras cosas, informa sobre las escuelas de nivel básico con recursos educativos sobre las aplicaciones de la nanotecnología (Nanoopinion, 2020). De igual forma, en el sitio web se puede encontrar información relativa a los diálogos o consultas de opinión que se implementan para dar a conocer el potencial de la nanotecnología, así como discutir temas de interés público como lo pueden ser los riesgos, las posibilidades económicas o el beneficio social de esta tecnología. Este directorio tiene un papel educativo y de investigación.

La nanodatabase en Dinamarca es mantenida por la colaboración del Consejo Danés de Consumidores, el Departamento de Tecnología Ambiental y el Consejo Ecológico del país (Nanodatabase, 2020). Su misión es generar información relevante de los productos de nanotecnología que circulan en el mercado danés y su orientación es sobre la prevención y análisis de riesgos de los NM. Actualmente, se tiene un registro de 4, 805 productos. La gran mayoría de origen estadounidense (1588), seguido de alemanes (740), ingleses (515), daneses (292), japoneses (188), franceses (158) y otros más (Nanodatabase, 2020). Llama la atención el análisis de riesgo, ya que se tiene una escala en función de la toxicidad al medio ambiente o al proceso de manufactura de los productos de nanotecnología. Asimismo, se hace una distribución de productos de acuerdo con la forma de ingreso al cuerpo humano biológico (piel, inhalación o vía oral), lo cual representa, sin duda, un llamado para las autoridades de los países a nivel mundial.

En América Latina, destacan dos directorios de dimensiones más modestas: uno ubicado en Argentina y otro en México. La Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) tiene una base de datos de alrededor de 11 empresas de nanotecnología que operan en el país sudamericano (FAN, 2020). Su orientación es a la vinculación y promoción de la industria nanotecnológica de la República Argentina. Llama la atención el apoyo y financiamiento de la empresa Surcoreana Samsung y del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) de Estados Unidos (FAN, 2020). En cuanto a México, destaca que no haya una iniciativa nacional o política pública orientadora sobre el desarrollo de la nanotecnología y mucho menos una sistematización de la información. La ReLANS con sede en Zacatecas ha sido la principal red de investigación en compilar información al respecto. En ese sentido, mantiene una página web junto al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) y la Sociedad Mexicana de Materiales A.C. con información relevante a empresas de nanotecnología en el país. En la página se mantiene un inventario, no actualizado, con 53 empresas distribuidas en diversos sectores: químicos, maquinaria y equipo, productos de informática, materiales no metálicos, farmacéuticos y otras (Nanoeconomía, 2020). La orientación de esta base de datos es la investigación e indirectamente la vinculación entre interesados, sea de la sociedad civil, empresas o gobierno.

Directorio	Orientación	Cobertura Geográfica	Vigencia
PEN	Vinculación	Estados Unidos	No vigente
Nanoopinion	Educación	Unión Europea	Vigente
Nanodatabase	Riesgos	Dinamarca	Vigente
FAN	Vinculación	Argentina	Vigente
Nanoeconomía	Vinculación y educación	México	No vigente

Cuadro 3. Propuesta de clasificación de directorios de empresas o productos de nanotecnología

El cuadro 3 representa la síntesis metodológica, basada en los criterios de orientación, cobertura geográfica y vigencia, para sistematizar los fines y propósitos de los diferentes directorios de empresas de nanotecnología en el mundo.

### Conclusiones

La nanotecnología es un paquete tecnológico habilitador muy poderoso que tiene aplicación en, prácticamente, todos los sectores económicos. Sin embargo, hay una evidente concentración de su poder en empresas cuyo origen se ubica en los países más desarrollados, al menos eso se muestra en el registro de patentes de los Estados Unidos (USPTO). En este artículo, sugerimos una forma de agrupar, con criterios objetivos, a los directorios de empresas o productos de nanotecnología a nivel mundial. De acuerdo con su propósito, distribución geográfica y vigencia. De tal forma que podemos catalogarlos en directorios con fines de vinculación (empresas, consumidores, inversores), educativos u orientados a los riesgos. Es muy complicado medir el impacto real de esta tecnología en lo económico, social o en términos del desarrollo, ya que no hay consistencia en la información a razón de la ambigüedad de la definición de lo que es nanotecnología o no. La escala es un primer paso, pero faltaría estandarizar procesos, certificaciones y modelos de NM para poder evaluar y medir el verdadero impacto económico de esta tecnología revolucionaria. Cada directorio o base de datos tiene la responsabilidad de implementar el mejor criterio o método para agregar a sus registros un producto o empresa de nanotecnología. En este caso, nuestro aporte deriva de esa sistematización, pero va más allá al construir un método para sistematizar a las bases de datos o los directorios.

### Referencias bibliográficas

- Artega, E. "Formación de capacidades nanotecnológicas del sector energético en México.", *Tesis de doctorado*, Unidad Académica en Estudios del Desarrollo, UAZ, 2020.
- Charitidis, A. Costas, et al. "Manufacturing nanomaterials: from research to industry" *Manufacturing Rev.* 1 11, 2014.
- Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). "Espacio de innovación", consultado el 1 de noviembre de 2020. Dirección de internet: <https://www.fan.org.ar/espacio-de-innovacion/>
- Ganguly, P., B. Ailish y C. Suresh. "Toxicity of nanomaterials: Exposure, pathways, assessment, and recent advances." *ACS Biomaterials Science & Engineering* 4, no. 7, 2018: 2237-2275.
- Jia, L. "Global Governmental Investment in Nanotechnologies". *Current Nanoscience*, 1(3), 2005: 263-266. <https://doi.org/10.2174/157341305774642957>

Kulinowski, K., y B. Lippy. "Training workers on risks of nanotechnology." Washington (DC): US Department of Health and Human Services/National Institutes of Health, National Institute of Environmental Health Sciences, 2011.

Nanodatabase. "Consumer products", consultado el 14 de octubre de 2020. Dirección de internet: <https://nanodb.dk/en/analysis/consumer-products/#chartHashsection>

Nanoeconomía. "Empresas de nanotecnología en México, consultado el 30 de octubre de 2020. Dirección de internet: <https://micrositios.cinvestav.mx/nano/Distribuci%C3%B3n-Sectorial>

Nanopinión. "Network of teachers and schools from 15 different countries", consultado el 30 de octubre de 2020. Dirección de internet: <http://nanopinion.archiv.zsi.at/nl/education.html>

NNI (Iniciativa Nacional de Nanotecnología/a). "NNI Supplement to the President's 2020 Budget", consultado en internet el 14 de septiembre de 2020. Dirección de internet: <https://www.nano.gov/2020BudgetSupplement>

NNI (Iniciativa Nacional de Nanotecnología/a). "What it is and how it Works?" Nano 101, consultado por internet el 13 de mayo de 2020. Dirección de internet: <http://www.nano.gov/nanotech-101/what>

NNI (Iniciativa Nacional de Nanotecnología/b). "Nanotechnology big things from a Tinny World". Nanotechnology Brochure, consultado en internet 13 de mayo de 2020. Dirección de internet: [https://www.nano.gov/sites/default/files/pub\\_resource/Nanotechnology\\_Big\\_Things\\_Brochure\\_web\\_0.pdf](https://www.nano.gov/sites/default/files/pub_resource/Nanotechnology_Big_Things_Brochure_web_0.pdf)

Oberdörster, G., E., Oberdörster y J. Oberdörster. "Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles." *Environmental health perspectives* 113, no. 7, 2005: 823-839.

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). *Working Party on Nanotechnology: INVENTORY OF NATIONAL SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICIES FOR NANOTECHNOLOGY*. Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Scientific and Technological Policy, 2009.

PEN (Project on Emerging Nanotechnologies). "Nanotechnology consumer products inventory", consultado el 3 de marzo de 2019. Dirección de internet: <https://processwire.com/sites/list/nanotechnology-consumer-products-inventory/>

PR Newswire. "Global Nanotechnology and Nanomedicine Treatment Markets Could Reach \$350 Billion by 2025", consultado por internet el 20 de Agosto de 2020. Dirección de internet: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-nanotechnology-and-nanomedicine-treatment-markets-could-reach-350-billion-by-2025-300953641.html>

Shvedova, A., Pietrojusti, A. y Kagan, V. "Nanotoxicology ten years later: Lights and shadows." *Toxicology and Applied Pharmacology*, Volume 299, 2016: 1-2.

STASnano. "Nanotechnology Patentes in USPTO (assigned)", consultado el 12 de septiembre de 2020. Dirección de internet: <https://statnano.com/report/s103>

Tsuzuki, T. "Commercial scale production of inorganic nanoparticles". *International Journal of Nanotechnology*, 6(5), 567-578, 2009.

Wennersten, R., Fidler, J., & Spitsyna, A. "Nanotechnology: A New Technological Revolution in the 21st Century". En K. B. Misra (Ed.), *Handbook of Performability Engineering* 2008 (pp. 943-952). Springer London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-131-2\\_57](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-131-2_57)

Záyago, E. Stacey, F. y Foladori, G. "Twelve years of nanoscience and nanotechnology publications in Mexico." *Journal of nanoparticle research* 16.1, 2014: 2193.



# PLAN DE CULTURA ORGANIZACIONAL EN EL PLAN DE NEGOCIOS DE LAS MICROEMPRESAS EN MEXICALI

LAE Villavicencio Machorro Jahve Antonio<sup>1</sup>,

**Resumen**—En este artículo se presentan los resultados de una investigación documental referente al tema de cultura organizacional aplicado a un plan de negocios para microempresas en la ciudad de Mexicali, Baja California, dicho plan de negocios tiene sustentos en la andragogía (educación para adultos), el modelo H2H de Bryan Kramer, y los 7 puntos de Shep Hyken para la empatía.

**Palabras clave**—Cultura Organizacional, Microempresas, Plan de negocios, Desarrollo organizacional, Andragogía.

## Introducción

La cultura organizacional es un tema bastante “común” en las aulas de clase, cuando nos formamos en las escuelas de negocios, es común usarlo dentro del desarrollo de un plan de negocios en la parte introductoria, la cual asociamos directamente con los temas de “valores”, “misión” y “visión”, pareciera algo tan sencillo que no se requiere de conocimientos técnicos para aplicarlo, pero es un tema que requiere ser analizado con mucha mayor profundidad.

Es importante analizar el contexto actual de la microempresa en México, de acuerdo con Forbes “*existen cerca de 4.2 millones de MIPyMES, las cuales contribuyen con alrededor del 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y generan el 70% del empleo formal*” (Torres, 2020), sobre este dato partiremos para mencionar que el campo de acción para esta investigación es extenso, siendo más específicos en la ciudad de Mexicali, según la página [pymes.org.mx](http://pymes.org.mx) existen alrededor de 46,924 MIPyMES en Mexicali, el contexto aún sigue siendo amplio, la problemática es el fracaso al desarrollar el crecimiento de los micro negocios, en un artículo publicado por la empresa de consultoría administrativa “Corponet México” en el año 2018 (<https://www.corponet.com.mx/>) afirma que el 80% de las empresas en crecimiento fracasan en su primer año de operaciones, y dentro de ese porcentaje el 75% de las empresas fracasan por “fallas en su liderazgo y problemas internos”, dentro de esos problemas se encuentra la “falta de cultura empresarial” el cual es solo un sinónimo de la cultura organizacional.

Analizar el motivo del fracaso de un micro negocio puede ser una tarea extensa, pero basándonos en la información anterior podemos observar que no existe un conocimiento adecuado sobre la cultura organizacional dentro de los microempresarios, dentro de las grandes organizaciones existen herramientas que ayudan a medir el clima organizacional como las encuestas o las certificaciones internacionales como “Great Place to Work” (GPTW), pero finalmente dichas certificaciones están adecuadas para organizaciones que tienen una estructura definida y un mayor número de colaboradores, actualmente no existe una herramienta que ayude a los microempresarios a definir su cultura organizacional y a desarrollarla dentro de su organización.

Otro de los grandes problemas es que sigue siendo impositivo el modelo de cultura tradicional donde los microempresarios, comunican su “cultura de trabajo” a los colaboradores de una manera impositiva y como los cita el catedrático Ernesto H. Costa en su estudio *Cultura Organizacional y Finanzas* “La llamada Moderna Función Financiera nacida a partir de Solomon a finales de los 50’ establecía un tipo de empresa orientada a los propietarios, cuyo propósito fue siempre maximizar la riqueza de éstos. Todo el esquema financiero se estructuró en pos de ese propósito, lo cual en algunos casos llegó a generar socios ricos de empresas pobres.

Primeramente, definamos cultura organizacional como “las conexiones entre personas, es decir es la comunidad que busca ser productiva y armónica utilizando sus capacidades y potencialidades en beneficio de todas las partes interesadas: accionistas, directivos, colaboradores, clientes, proveedores y sociedad en general” (Novoa, 2019), podemos entender que también es el puente entre la filosofía del empresario y las actividades de los colaboradores. Dentro de esta investigación se propone crear un plan de cultura organizacional en el modelo H2H de Bryan Kramer el cual lo define como un modelo enfocado a la comunicación entre las personas y haciendo hincapié en 5 puntos principales en esta teoría los cuales son los siguientes:

<sup>1</sup> Guillermo Prieto Gómez MA es Profesor de Contaduría en la Universidad del Norte, Manila, Veracruz. [gpgomez@unorte.edu](mailto:gpgomez@unorte.edu)  
(autor corresponsal)

1.-Las empresas no tienen emociones; las personas sí. Son las personas las que forman parte de las empresas y le aportan humanidad. Las empresas han de intentar transmitir esa humanidad a través de sus marcas y su comunicación.

2.-La gente quiere ser parte de algo más grande que ellos mismos. Si un consumidor está contento y satisfecho, no dudará en compartirlo con los demás y ello puede ayudar a las marcas a crear lazos de fidelización con los clientes, más allá de los productos o el precio.

3.-La gente quiere sentir algo. Es difícil para algunas empresas transmitir emociones, pero su manera de actuar también puede crear sentimientos positivos.

4.-La gente quiere ser incluida. Somos seres sociales, nos gusta formar parte de algo y que se nos reconozca, que podamos opinar, compartir y aportar.

5.-La gente quiere entender. La evolución de la comunicación hace que las personas quieran conocer todo sobre la empresa y por ello exigen transparencia. Si no se tiene, los consumidores desconfiarán ti. Además, gracias al Social Media, los consumidores pueden preguntar dudas, lo que les puede ayudar a tomar decisiones.

Para efectos de esta investigación se hace hincapié en el punto número 4, el cual lleva a la segunda base de la investigación la cual es la andragogía creado por Malcom Knowless en 1984 y lo define como “el arte de enseñar a los adultos a aprender”, dentro de esta corriente se pueden destacar dos puntos importantes:

1.- El maestro como facilitador: Si se tropicaliza este término hacia los negocios podemos definirlo como la relación del microempresario con el colaborador es de un facilitador, permitiendo que el colaborador se encuadre a la cultura organizacional en un proceso de aprendizaje se le den las herramientas para la solución de problemas.

2.- Se toma en cuenta la experiencia: Dentro de esta teoría se toma en cuenta que el adulto genera aprendizaje cuando existe un interés en él, que también va de la mano con la necesidad de ser tomado en cuenta por sus experiencias, el microempresario debe entender que para que exista una cultura organizacional ágil se le debe incluir al colaborador como un actor y no como una herramienta.

Dentro de estos dos grandes conceptos esta investigación busca crear un plan de cultura organizacional donde el microempresario comprenda de una manera práctica y sencilla como transmitir su cultura organizacional a cada nivel de la organización y ante todo esto darle respuesta a la pregunta de investigación la cual es:

¿Al aplicar un plan de cultura organizacional a microempresas en Mexicali, se pueden obtener beneficios financieros y administrativos?

### **Descripción del Método**

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Se buscó bibliográfica y artículos documentales referentes al tema, la investigación se basa en bibliografía sobre 5 temas principales los cuales son:

- Cultura organizacional.
- Andragogía.
- Modelo H2H.
- Plan de negocios.
- Desarrollo Organizacional.

Al sustraer la información conceptual y recopilar los datos necesarios, se diseña la estructura de la investigación la cual va encaminada a crear proponer un plan de cultura organizacional para micro empresas.

La investigación a llevarse a cabo tiene un diseño del tipo no experimental, debido a que no se realizará ninguna manipulación a las variables, además de que el análisis es en base a la observación de un contexto actual como las microempresas en Mexicali, Baja California, la investigación es documental debido a que se basa cien por ciento en consulta de bibliografía y datos estadísticos

En parte de su diseño también se establece como una investigación correlacional-causal debido a la relación de las variables, en este caso por una parte la relación entre la cultura organizacional moderna con el éxito de las microempresas.

El objeto de estudio en este caso son las microempresas dentro del municipio de Mexicali, Baja California, (pendiente a consultar el dato estadístico), considerándose que tomaremos como microempresas a las empresas que constituyan de 1 a 10 personas, dentro de nuestro objeto de estudio también haremos inclusión de las entrevistas que se harán a dueños de microempresas, incubadoras de negocios, maestros, psicólogos y coaches, quienes a su vez nos aportaran datos importantes para la comprensión de esta investigación y asentar el contexto actual del tema.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

Como resultado de esta investigación documental se puede concluir que el máximo beneficio de este modelo de cultura organizacional es buscar la estandarización, se puede concluir que si el colaborador está alineado a la cultura organizacional y además se le toma en cuenta como un elemento importante dentro de la estructura organizacional se puede obtener ese desarrollo que permita el debido cumplimiento de las metas.

#### *Conclusiones*

La conclusión puede dividirse en dos grandes ideas, la primera es que para implementar este modelo de cultura organizacional el microempresario debe tener en mente que para el buen funcionamiento de este modelo debe basarse en los dos principios principales de esta propuesta: La andragogía y el modelo "H2H".

Sobre la andragogía se concluye que para que el colaborador adquiera un conocimiento tiene que existir un interés mutuo, "un adulto aprende cuando encuentra sentido en lo que realiza" (Cázares, 2007), además que también se concreta el proceso de aprendizaje cuando se le toma en cuenta su conocimiento y habilidades.

Sobre el modelo H2H se puede concluir que la base principal de este modelo es que se trabaja con humanos, por lo tanto, no es una relación B2B (negocio a negocio) o B2C (negocio a cliente) si no H2H (humano a humano), existe una alineación a resultados cuando hay un propósito (Kramer, 2017).

Por otro lado, la otra parte de la conclusión es que la debida ejecución de este modelo, reduce tres principales problemas que generan costos a las micro empresas los cuales se describen como:

Rotación: Las micro empresas en muchas ocasiones desperdician recursos en capacitar, a personal que no está alineado con la cultura organizacional, no se propone como una solución total si no como una herramienta que reducirá notablemente este problema.

Malas prácticas en las organizaciones: En 1997 un estudio publicado por Jerald Greenberg & Robert A. Giacalone R.A., llamado "Comportamiento antisocial en las organizaciones" establece, que las personas cuando tienen un bajo entendimiento o coordinación con los valores de la empresa, tienden a realizar acciones antisociales, tales como, robo, vandalismo, fuga de información, entre otras actividades. Al existir una alineación entre los objetivos del colaborador y los objetivos de la organización, el colaborador tiende a desempeñarse de manera correcta y satisfactoria (Novoa 2019).

Costos de Capacitación: Javier Novoa Ramos, en su libro "Cultura organizacional ágil" refiere que las organizaciones, tienen la errónea creencia, que pagar capacitaciones, cursos de autoestima, cursos de liderazgo, o de superación personal, van aumentar el rendimiento del colaborador prácticamente comprando el rendimiento del colaborador unos cuantos meses, donde después el colaborador al no sentirse identificado y encontrar barreras dentro de la organización pierde todo sentido de lo aprendido en las capacitaciones, por lo que el problema no es el colaborador, si no la estructura. Este modelo de cultura organizacional busca que exista una retroalimentación entre las dos partes (colaborador y organización) y eliminar los costos de capacitación que no generan el rendimiento deseado.

#### *Recomendaciones*

Primeramente, es importante definir la cultura organizacional del microempresario, la cual debe estar diseñada en base a su filosofía de trabajo y a 7 puntos de desarrollo organizacional, es por eso que se recurre a los 7 puntos de Shep Hyken (Hyken, 2019) los cuales son aplicados al ámbito de desarrollo organizacional el autor los define como:

- Puntualidad en tareas:  
Crear hábitos para satisfacer a clientes internos y externos en tiempo y forma.
- Proactividad:  
Encaminar a los colaboradores a crear un vínculo de lealtad y confianza en base a la responsabilidad en las tareas
- Buscar Retroalimentación:  
Buscar continuamente la retroalimentación de clientes internos y externos, trabajar en la mejora continua a partir de cada retroalimentación.
- Responsabilidad

Mentalizar a los colaboradores que el propósito principal de sus funciones es mantener a los clientes, y colaborar con las tareas de la organización inclusive si no es función principal.

- Generar autenticidad

Promover aspectos positivos de la organización y encontrar la manera de personalizar su trabajo para mejorar las relaciones interpersonales.

- Enfoque en resultados

Enfoque en las relaciones con personas como prioridad, posteriormente generar enfoque a la conclusión de objetivos la cual dará una ventaja competitiva.

- Convertir un momento de miseria en un momento de magia (transición)

Encontrar el origen del problema y también de un trabajo satisfactorio, así ayudara el colaborador a desarrollar la habilidad de solucionar problemas.

El motivo por el cual tomamos en cuenta estos 7 puntos es que al implementar de manera adecuada este modelo de cultura organizacional, se pueda reflejar su resultado en estos puntos, además de que le den la oportunidad al microempresario de evaluarlos ya sea en base a la observación, la comparación en rendimiento o una evaluación y que de manera práctica puedan observarse las áreas de oportunidad no solo del colaborador sino también de la debida comunicación y relación del colaborador con la organización.

Se diseñó un formato donde el cual servirá como guía para el micro empresario con el cual medirá el progreso del colaborador y analizará su proceso de adaptación a la cultura organizacional de la organización, sin embargo, debe tomar en cuenta también las habilidades del colaborador y desarrollarlas, las cuales ayudaran finalmente al cumplimiento de las metas.

Resultados Esperados / Metas	
1.-	
2.-	
3.-	
4.-	
5.-	
6.-	
Competencias / Habilidades / Talentos	
1.- Puntualidad	
2.- Proactividad	
3.- Retroalimentación	
4.- Responsabilidad personal	
5.- Autenticidad	
6.- Enfoque a resultados	
7.- Transición	
Valores reales o filosofía de la empresa	
Otros	Observaciones
1.- ¿Hay química con la filosofía y cultura de la empresa?	
2.- ¿Cuál es su grado de responsabilidad?	
3.- ¿Tiene el ego bajo control?	
4.- ¿Tiene el nivel requerido para el puesto?	
5.- ¿Qué tan enseñable o coachable es?	

Cuadro 1.0

En este formato en rojo se pueden observar los 3 ejes principales: Resultados esperados, competencias y valores reales.

Resultados esperados: Son los resultados que se espera del puesto, los cuales se pide que sean cuantificables.

Competencias: En purpura se establecen dichas competencias como una constante, las cuales buscan homologarse también con las habilidades del colaborador.

Valores reales: Se describe la cultura organizacional de la empresa, la cual primeramente se busca que el micro empresario la defina.

En el cuadro verde son “preguntas de control”, con las cuales se pueden identificar probables áreas de oportunidad del colaborador y que pudieran impedir el cumplimiento de las metas o su proceso de adaptación.

Finalmente, se recomienda que el microempresario entienda este formato de una manera clara y con un lenguaje básico, los conceptos utilizados en esta investigación son para sustentar el uso del formato, no se pretende que el microempresario memorice el concepto de andragogía o cultura organizacional nisiquiera el modelo H2H, si no que comprenda el uso de estos conceptos aplicados a este formato que puede ayudar al desarrollo de su organización.

### Referencias

Torres, D. “PyMES en México y su gran aliado en 2020: La transformación digital”, <https://www.compusoluciones.com/blog/pymes-mexicanas-en-2020/>, 2020.

Castro, C. “Principales causas del fracaso de las empresas en crecimiento”, <https://blog.corponet.com.mx/principales-causas-del-fracaso-de-las-empresas-en-crecimiento>, 2018.

Costa, E. “Cultura Organizacional y Finanzas”, [http://nulan.mdp.edu.ar/46/1/FACES\\_n4\\_117-128.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/46/1/FACES_n4_117-128.pdf)

Tezanos, G. “¿Qué es el modelo H2H?”, <https://www.mayortecapps.com/que-es-el-modelo-h2h/>

Teran, H. “La teoría del aprendizaje adulto de Malcolm Knowles”, <http://hterantac.blogspot.com/2016/01/la-teoria-del-aprendizaje-adulto-de.html>, 2016.

Kramer B. “There is No B2B or B2C: It's Human to Human Substantium”. Estados Unidos (2017).

Novoa, F. “Cultura Organizacional Ágil: Cómo generar mayor compromiso y productividad a través de la conexión cultural”. Multilibros. México. (2019).

Hyken, S. “Be Amazing or Go Home: Seven Customer Service Habits That Create Confidence with Everyone”. Alan Press. Estados Unidos. (2017).

Cazarez Y. “Aprendizaje Auto dirigido a Adultos”. Trillas. México. (2002).

Lencioni.P “Las Cinco Disfunciones De Un Equipo” Urano. Estados Unidos (2011).

### Notas Biográficas

El LAE **Jahve Antonio Villavicencio Machoro** es Licenciado en Administración de empresas por la Universidad Autónoma de Baja California egresado en el año 2010 y titulado en el año 2011, tiene una especialidad en Poligrafía por la Escuela Nacional de Estudios Poligráficos y el CISEN en el año 2012, laboró por 8 años para el Centro de Evaluación de Control de Confianza del Estado de Baja California en el área de poligrafía, actualmente cursando la especialidad de dirección financiera en la UABC (Universidad Autónoma de Baja California)

# EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE REDES AD HOC SOBREPUESTAS A UN SISTEMA CELULAR

Lic. Villegas Hernández Juan Carlos<sup>1</sup>, Dra. Castañeda Camacho Josefina<sup>2</sup>,  
MC. Maya Rueda Selene<sup>3</sup>, Dr. Mino Aguilar Gerardo<sup>4</sup> y Dr. Torrealba Meléndez Richard<sup>5</sup>

**Resumen**—En este artículo se desarrolla la evaluación del desempeño de enlace de bajada para dos tipos de sistemas de comunicación inalámbrica coexistentes dentro de un área de cobertura, el objetivo es evaluar el impacto que tienen las redes de infraestructura fija en las redes inalámbricas ad hoc y viceversa cuando estas comparten la misma frecuencia. El desarrollo de dicha evaluación consiste en una simulación Monte Carlo desarrollada en Python, donde se calcula la tasa de transmisión de los sistemas sobrepuestos a través de la relación señal a ruido para cada sistema y de manera individual para la evaluación de la interferencia entre ambos. Los resultados muestran que se cumple con los estándares y datos reportados en la literatura en cada uno de los casos evaluados, a partir de los cuales se hicieron algunas propuestas de mejora que repercuten en la calidad y el desempeño del sistema.

**Palabras clave**— Redes celulares, redes ad hoc, sistemas sobrepuestos, evaluación de calidad.

## Introducción

Las telecomunicaciones en la actualidad son uno de los sectores con mayor crecimiento a nivel mundial en los últimos años. Esto deriva en un aumento constante de los requerimientos de la calidad e infraestructura, dados en gran parte por la cantidad de usuarios y nuevos servicios implementados en dichas redes. Muchos estudios prevén un continuo crecimiento del número de suscriptores. El informe de movilidad de Ericsson (2020) calcula que para finales de 2025 en Norteamérica existirán cerca de 325 millones de usuarios para servicios 5G, correspondientes al 74% de suscripciones a servicios móviles.

Tanto para redes 5G y 4G con infraestructura celular fija, la disponibilidad y calidad de la señal varía significativamente en las diferentes áreas de cobertura respecto a la ubicación de la estación base que proporciona el servicio, lo que provoca variaciones en el ancho de banda disponible. Debido a efectos no deseados en el canal de comunicación la cobertura de la estación base celular no es uniforme y se ve afectada, por lo que determinar la localización óptima de una estación base, obtener una tasa de datos deseable y estimar la cobertura de la red, son algunos de los aspectos importantes en el diseño de la infraestructura de una red celular (Varshney, 2012).

Desde 4G se han ido implementado redes complementarias a la arquitectura celular fija para mitigar la pérdida de calidad en lugares alejados de las estaciones bases o incluso para mantener las comunicaciones activas cuando en caso de desastres la infraestructura fija resulte dañada, tal es el caso de las redes ad hoc, su fácil despliegue y la rápida evolución de las redes ad hoc le han asegurado ser una parte importante en la siguiente generación. Debido a que 5G se perfila como la base del Internet de las cosas, Xu (2013) afirma que redes de sensores son la tecnología clave en funciones tales como procesamiento de vídeo e imágenes en tiempo real, control de vehículos o máquinas. Creando nuevas funcionalidades donde el manejo de información o transmisión de datos no requiere de una estructura definida y estable de enlace entre dispositivos o sensores, como lo es la recolección de datos en Internet.

El crecimiento en cobertura, ancho de banda y confiabilidad de distintas redes también ha significado el uso de nuevos conceptos de redes cuando dos o más tipos de distintas arquitecturas son utilizadas para brindar servicio a diferentes suscriptores de estos servicios, estos nuevos conceptos son las redes oportunistas y las redes heterogéneas.

<sup>1</sup> Lic. Villegas Hernández Juan Carlos es estudiante de la Maestría en Ingeniería Electrónica Opción Instrumentación en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. [carlos.villegash@alumno.buap.mx](mailto:carlos.villegash@alumno.buap.mx) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Dra. Castañeda Camacho Josefina es profesora titular e investigadora en la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. [josefina.castaneda@correo.buap.mx](mailto:josefina.castaneda@correo.buap.mx)

<sup>3</sup> MC. Maya Rueda Selene es profesora en la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. [selene.maya@correo.buap.mx](mailto:selene.maya@correo.buap.mx)

<sup>4</sup> Dr. Mino Aguilar Gerardo es profesor investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla desde 2006. Responsable de Investigación y Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Electrónicas. [gerardo.mino@correo.buap.mx](mailto:gerardo.mino@correo.buap.mx)

<sup>5</sup> Dr. Torrealba Meléndez Richard es profesor investigador tiempo completo titular en la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla. [richard.torrealba@correo.buap.mx](mailto:richard.torrealba@correo.buap.mx)

### Metodología

El concepto básico de las redes oportunistas es que, en ausencia de una infraestructura fija de comunicaciones, los datos se transfieren entre dispositivos utilizando la “oportunidad de conexión” que surge cada vez que los dispositivos entran en el rango de otros debido a su movilidad (Qiang, 2009). Una red oportunista es una red heterogénea, ya que integra diferentes técnicas de acceso, rangos de cobertura o uso de frecuencia para la implementación de la comunicación (Jia et al., 2010).

El desarrollo de este tipo de redes tiene su base en la actual generación 4G y para 5G se espera la convergencia de servicios de distinta naturaleza y su sobreposición con las redes celulares de infraestructura fija. Jia et al. (2010) las nombra redes heterogéneas multicapa.

El método de evaluación consiste en simular una red de comunicación conformada por dos capas de redes coexistente como muestra la Figura 1, la primera capa consiste en una red celular de cobertura amplia 4G LTE, la segunda capa es una red de cobertura reducida ad hoc que puede ser móvil (MANET) o un punto de acceso hacia la primera capa. Aunque el objetivo de los sistemas sobrepuestos es mejorar la calidad de los sistemas, el ancho de banda y utilización de frecuencia son finitos y se ven afectadas en gran medida por la cantidad de usuarios inscritos al servicio, implicando una reducción en la capacidad en al menos una de las capas involucradas (Castañeda-Camacho, 2011), así que la finalidad es observar cómo afecta al desempeño de transmisión del enlace de bajada cuando estos sistemas funcionan en casos extremos donde los diferentes enlaces de transmisión comparten una sola frecuencia de trabajo. Se evaluarán los parámetros que rigen cada modelo de red implementado para garantizar que su desempeño sea óptimo de acuerdo con las normas y se obtendrán de la simulación criterios que determinen a la red propuesta como un modelo adecuado y confiable.

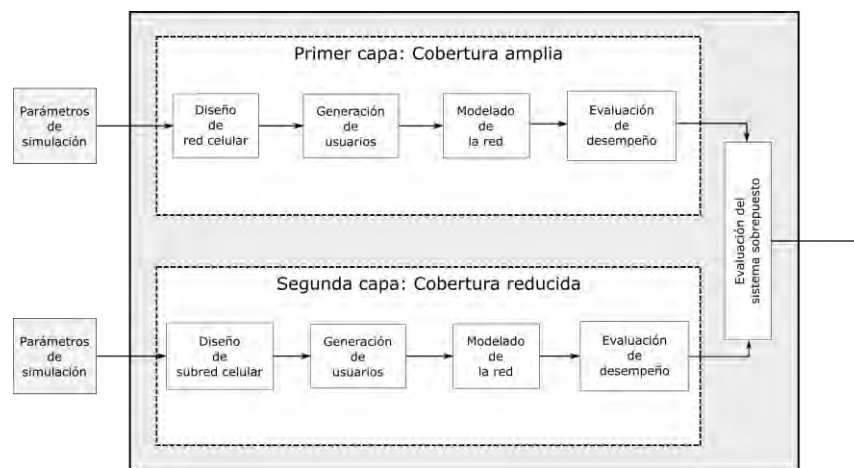


Figura 1. Diagrama a bloques de la metodología de desarrollo.

#### Evaluación del desempeño multicapa

Para el sistema propuesto en la Figura 1, la evaluación de los sistemas implica obtener una ecuación de la SIR donde  $\text{sumaINT}_{c_j}$  es la interferencia adicional a la red celular si tomamos esta como base. El subíndice  $j$  en (1) indica el número de capas interferentes que existen sobrepuestas al sistema. Considerando que tenemos un sistema de macro celdas (capa 1) interactuando con una red ad hoc (capa 2), se evalúa la SIR desde la perspectiva de ambas infraestructuras.

$$SIR_{i,j} = \frac{P_{Rx,i}}{I_{Rx,i}} = \frac{P_{(0,i)} G(\phi_{0,i}) u_l^{0,i} / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_{0,i}/10}}{\sum_{k=1}^{N_{BS}} P_{(k,i)} G(\phi_{k,i}) u_l^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10} + \text{sumaINT}_{c_j}} \quad (1)$$

Desde el punto de vista de la capa 1, al evaluar la ecuación (1) obtenemos que la  $SIR_{i,1}$  para cada suscriptor  $i$  es la suma de las interferentes de capa 1 más la suma de los interferentes en la capa 2 en la ecuación (2).

$$SIR_{i,1} = \frac{P_{Rx,i}}{I_{Rx,i}} = \frac{P_{(0,i)} G(\phi_{0,i}) u_l^{0,i} / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_{0,i}/10}}{\sum_{k=1}^{NBS} P_{(k,i)} G(\phi_{k,i}) u_l^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10} + sumaINTc_2} \quad (2)$$

Donde:

$P_{(0,i)}$  y  $P_{(k,i)}$  son la potencia isotrópica irradiada hacia el  $i$ -ésimo usuario respecto a la estación base que da el servicio y la  $k$ -ésima estación base interferente respectivamente.

$G(\phi_{0,i})$  y  $G(\phi_{k,i})$  son las ganancias la antena del  $i$ -ésimo usuario respecto a la estación base que da el servicio y la  $k$ -ésima estación base interferente respectivamente.

$u_l^{0,i}$  y  $u_l^{k,i}$  son pérdidas por desvanecimiento rápido del  $i$ -ésimo usuario respecto a la estación base que da el servicio y la  $k$ -ésima estación base interferente respectivamente.

$r_{0,i}^\mu$  y  $r_{k,i}^\mu$  son las distancias a la  $\mu$ -ésima potencia entre el  $i$ -ésimo usuario respecto a la estación base que da el servicio y la  $k$ -ésima estación base interferente respectivamente.

$10^{\zeta_{0,i}/10}$  y  $10^{\zeta_{k,i}/10}$  son pérdidas por propagación del  $i$ -ésimo usuario respecto a la estación base que da el servicio y la  $k$ -ésima estación base interferente respectivamente.

La interferencia de la capa dos está definida por la ecuación (3).

$$sumaINTc_2 = \sum_{m=1}^{Nah} P_m u_l^m / r_m^\mu 10^{\zeta_m/10} \quad (3)$$

Donde el subíndice  $m$  es el número de nodos ad hoc,  $u_l^m$  son pérdidas por desvanecimiento rápido,  $r_m^\mu$  es la distancia a la  $\mu$ -ésima potencia entre el nodo ad hoc al usuario interferido de capa 1 y  $10^{\zeta_m/10}$  son las pérdidas por propagación.

Si se considera cada valor  $P_{(0,i)}$  y  $P_{(k,i)}$  de la ecuación (2) iguales denotándolos como  $\bar{P}$ . La ecuación (2) se reescribe como (4).

$$SIR_{i,1} = \frac{G(\phi_{0,i}) u_l^{0,i} / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_{0,i}/10}}{\sum_{k=1}^{NBS} G(\phi_{k,i}) u_l^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10} + \sum_{m=1}^{Nah} (P_m u_l^m / r_m^\mu 10^{\zeta_m/10}) / \bar{P}} \quad (4)$$

El cociente  $P_m / \bar{P}$  se puede denotar como  $\alpha$  y se maneja de manera paramétrica, la ecuación de la SIR para la red de capa 1 con interferencia de la capa 2 queda descrita en la ecuación (5).

$$SIR_{i,1} = \frac{G(\phi_{0,i}) u_l^{0,i} / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_{0,i}/10}}{\sum_{k=1}^{NBS} G(\phi_{k,i}) u_l^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10} + \sum_{m=1}^{Nah} \alpha u_l^m / r_m^\mu 10^{\zeta_m/10}} \quad (5)$$

Desde la perspectiva ad hoc la  $SIR_{i,2}$  de la red queda expresada en la ecuación (6).

$$SIR_{i,2} = \frac{P_{Rx,i}}{I_{Rx,i}} = \frac{P_{0,i} u_l^m / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_m/10}}{\sum_{m=1}^{Nah} P_m u_l^m / r_m^\mu 10^{\zeta_m/10} + sumaINTc_1} \quad (6)$$

Donde la interferencia de la capa 1 es denotada por (7).

$$sumaINTc_1 = \sum_{k=0}^{NBS} P_{(k,i)} G(\phi_{k,i}) u_l^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10} \quad (7)$$

Si como en (2)  $P_0$  y  $P_m$  son iguales con notación  $\bar{P}_2$  siendo esta la potencia nominal de la red ad hoc, y se considera al cociente de  $P_{k,i} / \bar{P}_2$  como  $\beta$ . La ecuación SIR para la red de capa 2 con interferencia de capa 1 queda definida por (8).



$$SIR_{i,2} = \frac{u_i^m / r_{0,i}^\mu 10^{\zeta_m/10}}{\sum_{m=1}^{N_{ah}} u_i^m / r_m^\mu 10^{\zeta_m/10} + \sum_{k=0}^{N_{BS}} \beta G(\Phi_{k,i}) u_i^{k,i} / r_{k,i}^\mu 10^{\zeta_{k,i}/10}} \quad (8)$$

### Resultados

Dada la naturaleza dinámica de las redes de comunicación donde probabilísticamente sus condiciones cambian con cada usuario conectado, una simulación de eventos discretos nos permite aproximarnos al comportamiento aleatorio que caracteriza el sistema de comunicaciones, contribuyendo además en buena medida a predecir el desempeño real del sistema. Esta metodología de simulación es conocida como Montecarlo.

La primera parte de la evaluación consiste en generar una red celular hexagonal con usuarios uniformemente distribuidos sobre el área de cobertura sectorizada en 120°, a continuación, se calcula la SIR para cada usuario en la red de capa 1 sin interferencias provenientes de la sobreposición con la capa 2; como una referencia para los resultados finales. Posteriormente se obtiene la SIR con interferencias de la capa 2 descrita por la ecuación (5), para un solo nodo interferente ad hoc que transmite a la misma frecuencia. Con el cálculo de la SIR ahora se puede estimar la tasa de transmisión de la red celular con y sin interferencia. Para la capa 2, el número de redes y su posición se generan por un proceso puntual de Poisson, de igual forma se calcula la SIR con interferencia (8) y sin interferencia y se estima la tasa de transmisión.

La Figura 2 muestra las dos capas sobrepuestas en un área de cobertura específica. En la evaluación de la capa 1 sin interferencias de capa 2 no existirían los usuarios o redes ad hoc y viceversa.

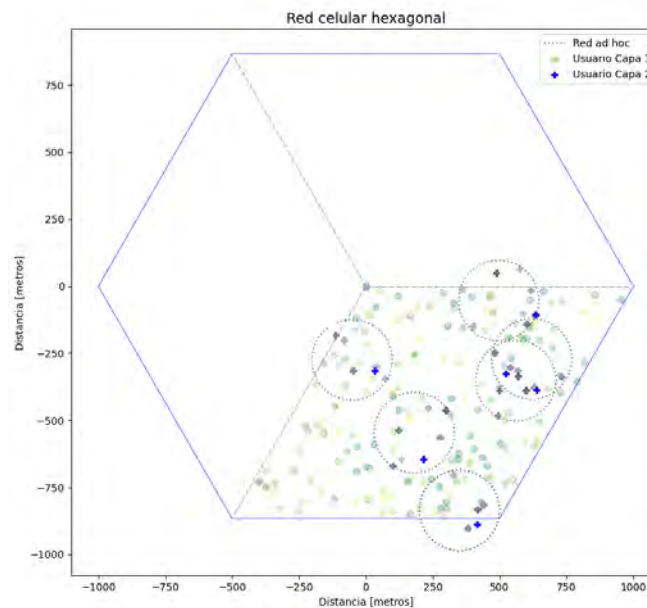


Figura 2. Grafica de la creación de las redes sobrepuestas.

Yang (2010) y Castañeda-Camacho (2011) plantean algunas ecuaciones que fundamentan el análisis de una red celular a través de simulaciones para evaluar su desempeño. Estos modelos incluyen parámetros variables y aleatorios que definen de forma aproximada la conducta de la red y que pueden ser adaptados para modelar desde la SIR de los sistemas hasta la tasa de transmisión en función del esquema de acceso. Esta propuesta se resume en la ecuación (9). Los principales parámetros son el ancho de banda de la red  $\omega_0$  y el tipo de modulación  $m$ . El valor de  $m$  para los sistemas con esquema de acceso OFDMA como lo es 4G LTE varía según el tipo de modulación (Guerrero et al, 2016), los sistemas ad hoc basados en el protocolo IEEE 802.11 también utilizan este esquema de acceso (Praveen, 2015) por lo que su evaluación puede también ser modelada por esta ecuación.

$$R_{i,j} = \begin{cases} (\omega_0/\gamma)SIR_{i,j} & \text{si } SIR_{i,j} < m\gamma \\ m\omega_0 & \text{si } SIR_{i,j} \geq m\gamma \end{cases} \quad (9)$$

La Tabla 1 muestra los valores empleados de los parámetros generales en la creación de las redes definidas, la capa 1 es una red celular definida por celdas hexagonales, mientras que las redes ad hoc describen su ubicación y probabilidad de generación con  $\lambda$ .

Tabla 1. Parámetros de simulación de las redes sobrepuestas.

Capa 1		Capa 2	
Radio de celda	1000m	Radio cobertura	150m
$\omega_0$	10 MHz	$\omega_0$	22 MHz
$\mu$	4	$\mu$	4
Media	0	$\lambda$	$19/(1000^2)$
$\sigma$	8	$P_m$	24.5 dBm
$m$	2	$m$	4
$\gamma$			1,2,3,4,5,6

La Figura 3 muestra una diferencia de casi 60% desempeño medido en Mb/s, entre la evaluación de la capa 1 sin interferencia y con interferencia. El valor sin interferencia de la capa uno demuestra que la implementación cumple con los estándares para redes celulares 4G, Guerrero-Meléndez et al. (2016) reporta valores nominales que validan los resultados obtenidos previamente. Si se varía la potencia de la capa ad hoc decrementando su valor paramétrico se observa un aumento en el desempeño del enlace de bajada de la red celular, sin embargo, este cambio es diminuto resultando en una notoria caída del servicio de la capa 1 cuando este comparte frecuencia con un distinto número de redes ad hoc.

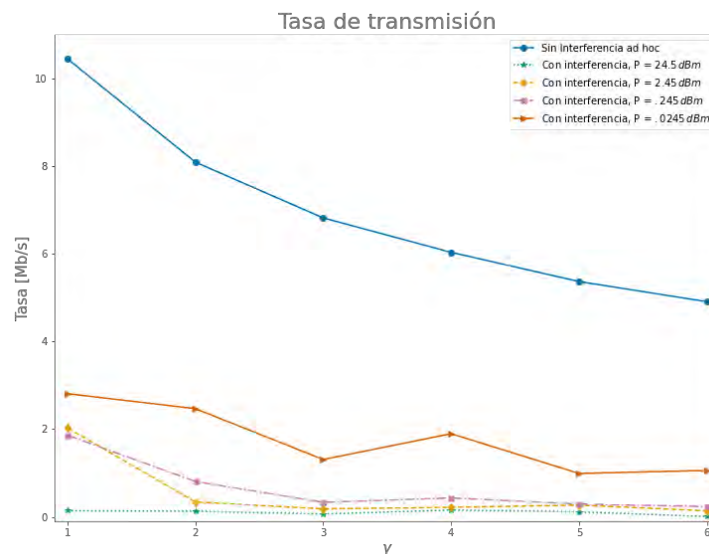


Figura 3. Desempeño de capa 1 con potencias paramétricas variables.

Para la capa 2, el valor sin interferencia de la Figura 4 es aproximado a los valores nominales para las redes ad hoc listados en Santi (2012), en concreto para el protocolo IEEE 802.11g implementado para esta capa validando así los resultados que se obtienen en consecuencia. Se observa que para el valor máximo de desempeño de la capa 2 con interferencia de la capa 1 es 15% menor que el valor de tasa de transmisión sin interferencia, desde la perspectiva de capa 2 la parametrización de la potencia es menos dañina para las redes ad hoc al existir una distancia considerable entre las redes ad hoc y las diferentes estaciones bases interferentes del sistema celular.

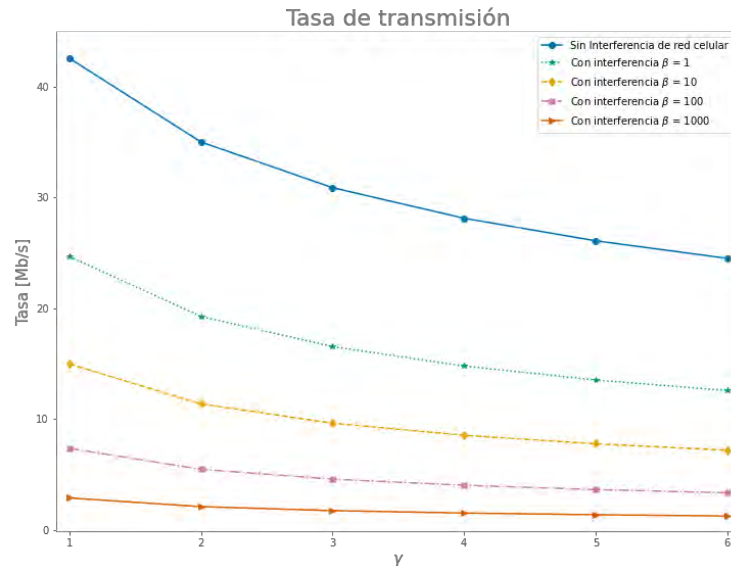


Figura 4. Desempeño de capa 2 con potencias paramétricas variables.

### Conclusiones

La evaluación de sistemas heterogéneos cada vez más comunes en las generaciones celulares permite conocer el comportamiento en redes con que incluyen un mayor número de servicios limitados por frecuencias y anchos de bandas restringidos que influyen en su desempeño. Posibilitando además casos de estudio donde se busca que distintas arquitecturas puedan coexistir de tal manera que sus esquemas de acceso, frecuencias, coberturas o potencias tengan el menor impacto entre ellas.

Los resultados demuestran una disminución de calidad del sistema celular implicando que la densidad tanto de usuarios celulares como redes ad hoc que comparten la misma frecuencia sea factor determinante en el despliegue de redes de comunicación con recursos limitados, la priorización de servicios puede ser una solución en dichos sistemas repartiéndolos entre las distintas capas sobrepuestas.

La propuesta a futuro para el trabajo presentado es el incremento del número de capas sobrepuestas, tomando en cuenta no solo las redes ad hoc como interferentes, sino subsistemas de la misma red celular como femto celdas o pico celdas en regiones propuestas, así como distintitos esquemas de acceso de nueva generación como NOMA; que incluyan además estrategias de priorización del servicio o frecuencias diferentes.

### Referencias

- Castañeda-Camacho, J. (2011). "Análisis y dimensionamiento de sistemas celulares sobrepuestos". Editorial Academica Española. ISBN 3846563633, 9783846563632.
- Ericsson. (2020). *Ericsson Mobility Report*. Obtenido de <https://www.ericsson.com/es-es/mobility-report/reports/june-2020>
- Guerrero Mendez, O., Castañeda Camacho, J., & Cortez, L. (2016). "Diseño de una simulación para conocer el desempeño de un sistema celular OFDMA". *Pistas Educativas*, 128-143.
- Guerrero-Mendez, O., Castañeda-Camacho, J., Cortez, L., Mino-Aguilar, G., & Guerrero-Castellanos, F. J. (2016). "Performance evaluation of an OFDMA and CDMA overlaid system". *Latin America Microwave Conference*. Puerto Vallarta: IEEE.
- Jia, S., Lü, X., & Fei, X. (2010). "Heterogeneous multi-layer access and rrm for the internet of things". *5th International ICST Conference on Communications and Networking in China*, (págs. 1-5).
- Praveen Kumar Rao, K., & Kalaiarasi, K. (2015). "A survey on IEEE Standards for Mobile Ad Hoc Networks". *IOSR Journal of Engineering*, 55-64.
- Qiang, Z., Jing, Y., & W. Minghui. (2009). "Formal taxonomy research on opportunistic networks". *International Conference on Broadband Network Multimedia Technology* (págs. 854-857). IEEE.
- Santi, P. (2012). "WLAN and Mesh Networks". En *Mobility Models for Next Generation Wireless Networks: Ad Hoc, Vehicular and Mesh Networks* (págs. 101-111). John Wiley & Sons, Ltd.
- Varshney, U. (2012). 4g wireless networks. IT Professional, 34-39.
- Xu, M. (2013). "Collaborative opportunistic network coding for persistent data stream in disruptive sensor networks". *International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)* (págs. 413-414). IEEE.
- Yang, S. (2010). "OFDMA System Analysis and Design". Artech House.

# Efecto sobre el Bandgap en fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> con diferentes formas de incorporar el Fe

M. Villicaña-Méndez<sup>1\*</sup>, M.G. Garnica-Romo<sup>2</sup>, M. Orozco-González<sup>3</sup>, L. García-Salinas<sup>1</sup>

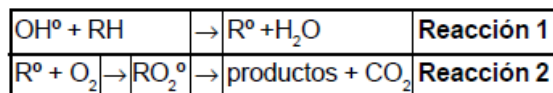
## Resumen

Se prepararon fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> impurificados con magnetita empleando el método sol-gel asistido por microondas. Se evaluaron las actividades fotocatalíticas de TiO<sub>2</sub>-Magnetita-Fe, para la degradación del colorante azul ácido 9 con luz UV y la luz visible. La degradación fotocatalítica se discutió en términos de la Longitud de onda y la energía del fotón. La presencia de la magnetita ayuda a la disminución del Bandgap en los fotocatalizadores mostrando estar entre 2.625-3.127eV. Los patrones de difracción de rayos X mostraron que los fotocatalizadores presentan la fase anatasa, encontrando una transición rápida a la fase rutilo presente desde los 400°C. Un dopaje de 0.025% de magnetita facilita la actividad fotocatalítica en la región del UV y el Visible, logrando degradaciones de 100% en 70 min con UV y de un 70% en 110 min con luz visible. Haciendo de estos fotocatalizadores ahorro de energía al trabajar en la región del visible.

**Palabras Clave:** Magnetita; Bandgap; Fotocatalizador

## Introducción

La fotocatálisis heterogénea mediada por TiO<sub>2</sub> y la fotooxidación mediada por compuestos férricos son dos alternativas para el tratamiento de aguas residuales. Los Procesos de Oxidación Avanzada (POA's) son procesos que implican la formación de radicales hidroxilo (OH<sup>o</sup>) altamente reactivos ya que presentan un elevado potencial de oxidación (E<sup>o</sup> = 2.8 V), característica que lo hace de gran efectividad para el proceso de oxidación de compuestos orgánicos principalmente por abstracción de hidrógeno; es decir, se generan radicales orgánicos libres (reacción 1), los cuales pueden reaccionar con oxígeno molecular para formar peroxiradicales (reacción 2). que pueden iniciar reacciones de oxidación en serie para la mineralización completa de los compuestos orgánicos.



### Fotocatálisis heterogénea con dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>)

Implica la combinación de la fotoquímica con la fotocatálisis. Ambos, luz y catalizador, son necesarios para alcanzar o acelerar una reacción química. Así, la fotocatálisis puede ser definida como la aceleración de una fotorreacción mediante un catalizador. En el caso de la fotocatálisis heterogénea, se emplean semiconductores (sólidos en suspensión acuosa o gaseosa). Existen múltiples de estos fotosensibilizadores tales como: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub>.

### Espectro electromagnético

El espectro electromagnético abarca un intervalo considerablemente enorme de longitudes de onda y frecuencias. Para este caso de investigación resultan de suma importancia la región UV y Vis. *Luz ultravioleta* es aquella radiación cuya longitud de onda es más corta que el extremo violeta del espectro visible. Al ser muy energética, la radiación ultravioleta puede romper enlaces químicos haciendo a las moléculas excepcionalmente reactivas o ionizándolas, lo que finalmente cambia su comportamiento. Se encuentra en el intervalo de 4nm a 400nm.

*Luz visible.* Es el rango en el que el Sol y las estrellas similares a éste emiten la mayor parte de su radiación. La luz visible (y la luz cercana al infrarrojo) son absorbidas y emitidas por los electrones de las moléculas y átomos. Estos fenómenos provocan que los electrones se muevan desde un nivel de energía hasta otro. Los materiales o

<sup>1</sup> M. Villicaña-Méndez, Dr. En Ingeniería es profesor en la Facultad d Ingeniería Química, UMSNH, Morelia, [vimadinmx@yahoo.com.mx](mailto:vimadinmx@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup>M.G. Garnica-Romo<sup>2</sup>, Dr. En Ingeniería es profesor en la Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH, Morelia [gromar05@hotmail.com](mailto:gromar05@hotmail.com)

<sup>3</sup>M. Orozco-González<sup>3</sup>, I.BT es estudiante en Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, UMSNH, Morelia, [accion18@hotmail.com](mailto:accion18@hotmail.com)

<sup>1</sup>L. García-Salinas, M.C. es profesor de la Facultad d Ingeniería Química, UMSNH, [laura\\_garciasalinas@yahoo.com.mx](mailto:laura_garciasalinas@yahoo.com.mx)

substancias transparentes no absorben la luz visible; en cambio, los materiales de color negro absorben todas las longitudes de onda pertenecientes a los diversos colores de esta misma región y si un material es blanco es porque refleja todas las longitudes de onda de esta región Skoog D. A , et al (2001).

Las dos fases más frecuentes del dióxido de titanio son el rutilo y la anatasa (Figura 1). Ambos son tetragonales y contienen seis y doce átomos respectivamente por celda unitaria. Cada átomo de oxígeno está coordinado con tres átomos de titanio. En las dos fases, el octaedro  $TiO_6$  está ligeramente distorsionado, con las distancias Ti-O apicales mayores que las distancias Ti-O ecuatoriales. La distorsión es ligeramente mayor en anatasa que en rutilo.



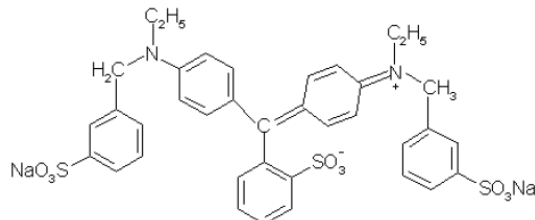
**Figura 1.** Celdas unitarias de (a) rutilo y (b) anatasa. El titanio ocupa una posición central del octaedro  $TiO_6$ . Tuesta E. G., et al (2004).

Las estructuras cristalinas de las fases anatasa y rutilo pueden visualizarse alternativamente como cadenas de octaedros  $TiO_6$  compartiendo dos lados para rutilo y cuatro para anatasa.

### Magnetita

La magnetita de formula  $Fe_3O_4$ ,  $Fe^{2+}O \cdot Fe_2^{+3}$  ó  $Fe^{+3} [Fe^{+2}Fe^{+3}] O_4$ , se conoce como tetróxido de trihierro u óxido ferrosférico, de manera que su fórmula general se escribe como  $Y [XY] O_4$  (fórmula típica de una estructura cristalina de espinela, siendo la magnetita inversa), donde el oxígeno forma la red cubica de cara centrada,  $X=Fe^{+2}$  y  $Y=Fe^{+3}$ ; los corchetes denotan los sitios octaédricos (32 espacios) y los restantes los sitios tetraédricos (64 espacios). En la magnetita el hierro constituye un 72.4% y el oxígeno el 27.6 % en masa. A temperatura elevada puede cambiar ligeramente debido a que la red puede aceptar un exceso de iones trivalentes. Los iones ferrosos y férricos de las posiciones octaédricas comparten los electrones de valencia, lo que permite que sea un compuesto frecuentemente no estequiométrico y de elevada conductividad eléctrica. La magnetita es ferrimagnética, semiconductora y difiere de los otros óxidos de hierro en que contiene tanto hierro divalente como trivalente, característica que la hace un óxido único.

*Molécula del colorante azul ácido 9.* Este colorante es usado en la industria de cosméticos, alimenticia y farmacéutica, reconociéndose como seguro para el consumo humano según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [3]. Su estructura molecular se muestra a continuación, figura 2.



**Figura 2.** Estructura molecular del colorante AA9, SCCNFP (2004).

Este colorante es adecuado para realizar pruebas de degradación fotocatalítica por su alta masa molecular y su compleja estructura, lo que lo hace un contaminante modelo con el que se puede simular experimentalmente el comportamiento de sustancias recalcitrantes o persistentes a la degradación a las condiciones ambientales, SCCNFP. (2004).

### Metodología

Las síntesis de los polvos de dióxido de titanio y dióxido de titanio dopado con magnetita se realizaron con el método sol-gel asistido por microondas, fueron secados a 100°C y sometidos a diferentes tratamientos térmicos como son 400-700°C.

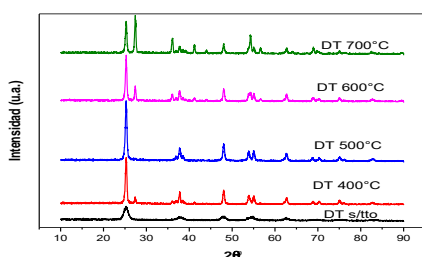
**Reactivos.** Se usaron las siguientes sustancias para los catalizadores de TiO<sub>2</sub> dopados con Magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>-TiO<sub>2</sub>): Alcohol etílico grado industrial al 96%. Butóxido de titanio. grado reactivo, pureza al 97.0% marca Sigma-Aldrich. Agua desionizada. Magnetita: mineral. nanométrica y Sal de Fe. Se sintetizaron catalizadores de TiO<sub>2</sub> (DT), TiO<sub>2</sub>-Magnetita-mineral (DT-M-min) y TiO<sub>2</sub>-Magnetita-nanométrica (DT-M-na) ambas a 0.025%, así como dopado con sal de hierro (DT-M-Min-na-Fe) al 0.025, 0.05, 0.10 0.5, 1.0 y 1.4245 % mol.

**Síntesis en el reactor de microondas.** Para el reactor de microondas Anton Paar Synthos 3000, la síntesis requiere el uso de cuatro viales de plástico, en los cuales se agregaron los reactivos. Para obtener un total aproximado de 3 g de TiO<sub>2</sub> puro-dopado. La mezcla anterior, se introduce al reactor: Temperatura máxima de operación: 180°C. Tiempo de reacción: 2 minutos. Rampa: 10 minutos.

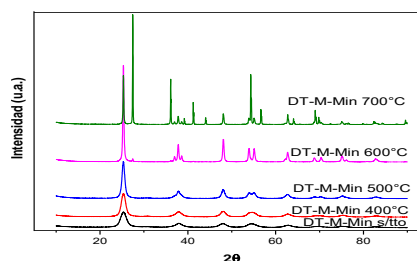
### Resultados y Discusión

#### Difracción de rayos X

Se muestran los difractogramas para algunas de las concentraciones de Fe más representativas. En estos difractogramas figuras 3-8, se presenta el efecto de la temperatura de calcinación en función de las fases presentes para las concentraciones de Fe.

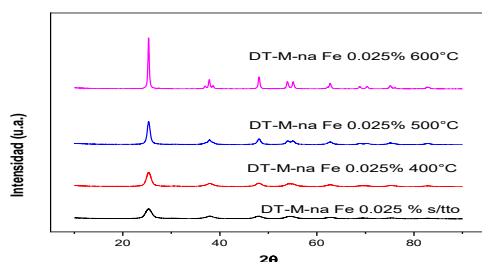


**Figura 3.** Difractograma DT s/tto, 400 – 700°C  
400

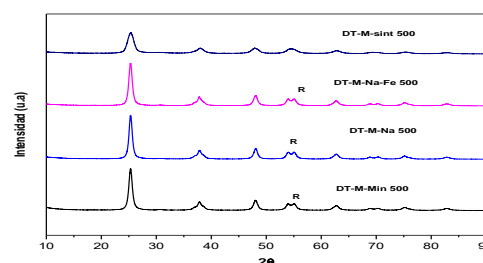


**Figura 4.** Difractograma DT-M-Min 0.025% s/tto,  
-700°C.

En la figura 3, muestra los diferentes tratamientos térmicos utilizados para el fotocatalizador DT (TiO<sub>2</sub>), la presencia de ambas fases Anatasa desde sin tratamiento hasta 700°C y Rutilo desde 400 – 700°C, conforme se incrementa la temperatura se observa un aumento de altura en los picos y una disminución de base (que es proporcional al tamaño de cristal de las fases presentes), teniendo un incremento mayor del pico de la fase Anatasa a 500°C pero no habiendo presencia de la fase Rutilo y de 600 a 700°C disminuye el tamaño del pico de la fase Anatasa y aumenta significativamente el pico de la fase Rutilo.



**Figura 5.** Difractograma DT-M-na 0.025% s/tto,  
400 – 600°C.



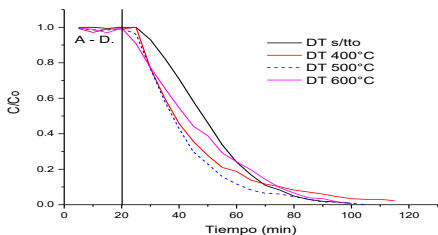
**Figura 6.** Difractograma DT-M-Min, na-Fe,  
400-700°C.

Las figuras 4-6, muestran que al incrementar la temperatura del tratamiento térmico se tiene mayor cristalinidad en el catalizador obtenido, mostrando en todos los catalizadores, el pico más grande que se localiza entre 2θ= 25.31°, el cual coincide con el doble ángulo de difracción representativo de la fase anatasa, Caudillo-Flores U. (2011) y Zapata Dederle A. C (2008). En la mayoría de los catalizadores a partir del tratamiento térmico de 500 °C empieza a haber presencia de la fase rutilo (además de la anatasa), cuyo pico característico se localiza

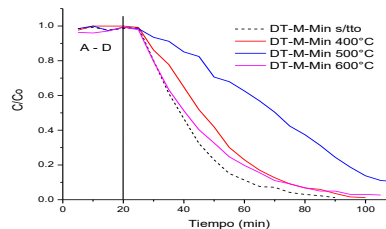
aproximadamente en  $2\theta = 37.82^\circ$  Zapata Dederle A. C (2008) en el caso del catalizador DT-M-sint figura 5 no muestra diferencia entre los tratamientos térmicos. En la figura 6 se observa que en los tratamientos para los catalizadores: DT-M-Min, DT-M-Na, DT-M-NaFe, DT-M-sint a 0.025%, a medida que aumenta la temperatura de calcinación de 400 a 500°C el pico de la fase anatasa aumenta ( $2\theta = 25.31^\circ$ ) y se aparece también el pico de la fase rutilo localizada en  $2\theta = 53.89^\circ$ .

*Actividad Fotocatalítica con lámpara luz ultravioleta*

Se probaron los catalizadores sintetizados a las diferentes concentraciones y tipos de magnetita (TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> mineral y sintética ambas a 0.0225%, así como dopado con hierro al 0.025, 0.05, 0.10 0.5, 1.0 y 1.4245 %). Obteniendo los siguientes gráficos de las muestras analizadas en el espectrofotómetro Jenway 6505 UV-Vis.



**Figura 7.** Actividad Fotocatalítica catalizador DT puro s/tto. 400-600°C.



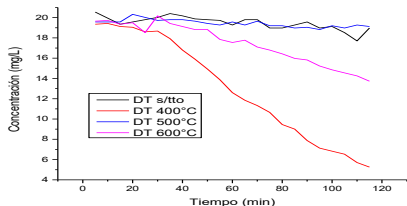
**Figura 8.** Actividad Fotocatalítica del catalizador DT-M-Min-0.025% s/tto, 400-600°C.

Se puede observar en la figura 7, que el catalizador DT tiene una buena degradación de la solución AA9 empleada, a 500°C se tuvo una degradación con un tiempo de 70 min, considerando que se dejan 20 min para el equilibrio adsorción – desorción del catalizador utilizado. Además, en la figura 8 el catalizador DT-M-Min 0.025% sin tratamiento térmico tiene una degradación de la solución AA9 empleada, en un tiempo de 80 min, considerando que se dejan 20 min para el equilibrio adsorción – desorción del catalizador utilizado.

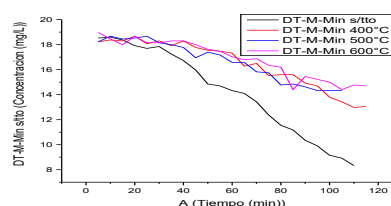
*Actividad Catalítica con lámpara luz visible.* Se analizaron los catalizadores sintetizados que se muestran en la cuadro 1 para probar la actividad catalítica con lámpara de luz visible.

**Cuadro 1.** Catalizadores probados en el Fotorreactor (TiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> – M– min 0.025% y TiO<sub>2</sub>—M-na 0.025%)

Muestra	Tratamiento
DT puro	600 °C
DT-M-Min 0.025%	s/tto
	400 °C
	500 °C
DT-M-Na-Fe 0.025 %	600 °C



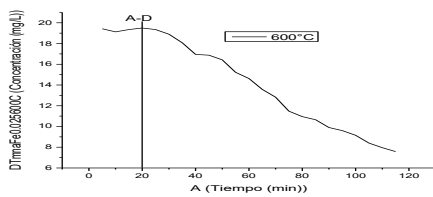
**Figura 9.** Fotodegradación catalizador DT puro s/tto., 400-600°C.



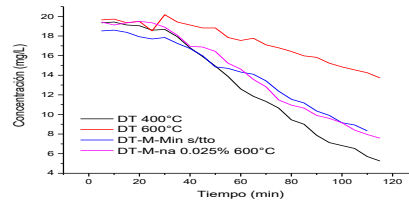
**Figura 10.** Fotodegradación catalizador DT-M-Min s/tto, 400-600°C.

En la figura 9 se puede observar que el catalizador DT a 400°C, tiene un declive ligeramente rápido a diferencia de los demás tratamientos sin embargo no se tiene un degradación de la solución AA9 a 20 ppm con ninguno de los tratamientos sometidos, a pesar de los 90 min de reacción, considerando los 20 min de equilibrio adsorción-desorción. La figura 10 muestra que el catalizador DT-M-Min sin tratamiento térmico, tiene un declive ligeramente

rápido a diferencia de los demás tratamientos sin embargo no se tiene una degradación de la solución AA9 a 20 ppm con ninguno de los tratamientos sometidos.



**Figura 11.** Fotodegradación catalizadora DT-M-na-Fe 0.025% a 600°C.

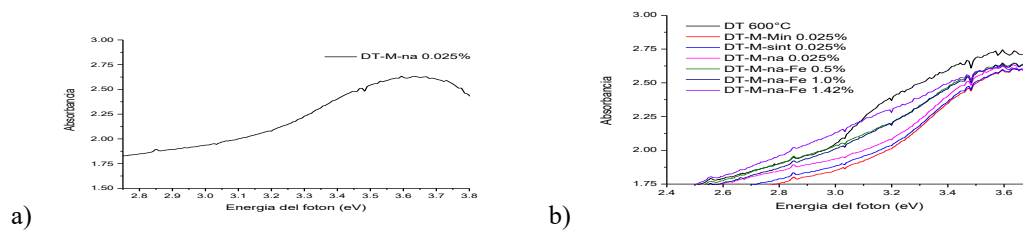


**Figura 12.** Fotodegradación Catalizadora DT a 400, 600 °C, DT-M-Min s/tto, DT-M-na 0.025% a 600 °C.

En la figura 11 se puede observar que el catalizador DT-M-Na-Fe 0.025% a 600°C, tiene un declive ligeramente rápido sin embargo no se tiene una degradación de la solución AA9 a 20 ppm, a pesar de los 90 min de reacción y los 20 min de equilibrio adsorción-desorción. La figura 12 muestra todos los catalizadores probados en la actividad catalítica con lámpara de luz visible (DT a 400, 600°C, DT-M- Min s/tto, DT-M-na-Fe 0.025% a 600°C), el DT a 400°C tiene un declive ligeramente rápido a diferencia de los catalizadores sin embargo se tiene ligera degradación de la solución AA9 a 20 ppm.

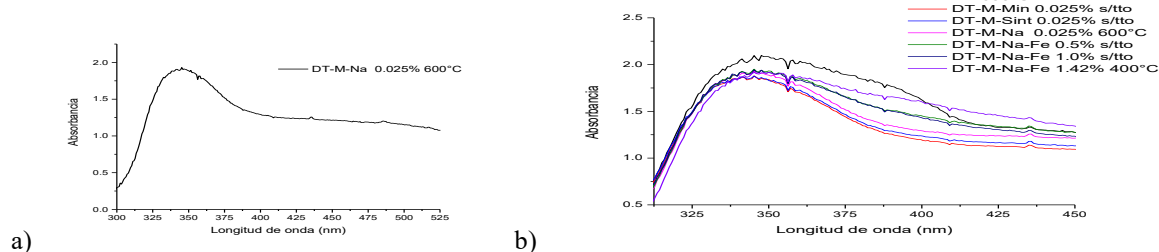
*Espectroscopia de Reflectancia Difusa.* Para poder determinar el ancho de banda de absorción óptica (band gap o también conocida como banda prohibida) de los materiales semiconductores a través de esta técnica de caracterización es necesario realizar un escaneo de la absorción de luz por el material a distintas longitudes de onda, las cuales se pueden convertir a energía fotónica mediante la ecuación de Planck (1-2) P. A. Tipler et al (2009).

$$E = \frac{h\nu}{\lambda} \quad (1) \quad E = 1240 \cdot \frac{8371}{\lambda} \quad (2)$$



**Figura 13.** Espectros de Reflectancia Difusa en función de energía fotónica. a) catalizador DT-M-na 0.025% 600°C y b) varios catalizadores probados.

Se tiene un ancho de banda energética de los semiconductores de alrededor de 3.1, tal como se aprecia en el inciso a) y b) de la Figura 13. Para ilustrar el efecto de la temperatura de calcinación en el desplazamiento de la banda de absorción de los catalizadores DT-M a diferentes concentraciones y tratamientos térmicos.



**Figura 14.** Espectros de Reflectancia Difusa en función de longitud de onda. a) catalizador DT-M-na 0.025% 600°C y b) varios catalizadores probados.

En estos espectros muestran cómo varía la absorción de luz de distintas longitudes de onda por el TiO<sub>2</sub> puro, para el cual se tienen valores reportados de band gap igual a 3.22 eV como Kashif Naeem et al (2009) y R. Asahi et al (2001), para esta muestra la absorción de luz es alta desde los 300 nm hasta aproximadamente 337.5 nm, luego se mantiene *linealmente* con la longitud de onda hasta los 350 nm y finalmente desciende hasta uno aproximadamente a



450 nm. En el inciso (a) de esta Figura 14 puede notarse claramente el desplazamiento de la banda de absorción hacia longitudes de onda mayores (efecto también llamado como “*corrimiento hacia el rojo*”), esto es, hacia la zona visible del espectro electromagnético debido al incremento en la concentración de hierro de los catalizadores.

**Cuadro 2 .** Características de absorción óptica de los catalizadores Fe-TiO<sub>2</sub>.

Catalizador	Tratamiento térmico (°C)	$\lambda_{\max}$ (nm)	$E_g$ (eV)
DT-M-Min 0.025%	Sin tratamiento	433	3.127
DT-M-sint 0.025%	Sin tratamiento	432	2.625
DT-M-na 0.025%	600	435	3.10
DT-M-na-Fe 0.5%	Sin tratamiento	470	2.945
DT-M-na-Fe 1.0%	400	470	2.932
DT-M-na-Fe 1.42%	Sin tratamiento	---	2.852

En el cuadro anterior puede apreciarse que el ancho de banda de absorción ( $E_g$ ) disminuye a medida que se adiciona el contenido de magnetita porque se va modificando la concentración de hierro para cada temperatura de calcinación, lo cual está de acuerdo con lo observado en la Figura 16 y con lo reportado en la literatura por H. C. Wu, et al (2012). La disminución del band gap del TiO<sub>2</sub> se debe a la formación de defectos en su red estructural, los cuales son el resultado de la incorporación de átomos de hierro en la misma de acuerdo con C. Wang et al (2003), estos defectos a su vez generan estados energéticos intermedios que se localizan adentro del ancho de banda del TiO<sub>2</sub>.

### Conclusiones

-Se sintetizaron los fotocatalizadores de TiO<sub>2</sub> adicionando magnetita mineral y sintética ambas a 0.025%, así como dopado con hierro entre 0.025-1.4245 %, con tratamiento térmico de 400 – 700°C.

-Los fotocatalizadores analizados por DRX, muestran una transición de fase a menor temperatura como es la fase Rutilo desde los 400-700°C.

-Con la lámpara UV la actividad fotocatalítica con el colorante Azul Acido 9, los fotocatalizadores mostraron:

DT- min a 0.025% tiene un 90% en 70 min.

DT-sint a 0.025% tiene un 65% en 120 min.

DT-M-na-Fe 0.025% a 600°C un 100% de degradación en 70 min.

-Con lámpara de luz visible la actividad fotocatalítica con el colorante Azul Acido 9, los fotocatalizadores mostraron:

DT-min a 0.025% s/tto se obtuvo un 60% de degradación en 110 min.

DT-na a 0.025 % a 600°C se obtuvo un 70% en 110 min.

-La presencia de la magnetita contribuya también a la disminución del Bandgap en los fotocatalizadores los cuales obtuvieron entre 2.625-3.127eV.

### Bibliografía

1. Skoog D. A., Holler F. J., Nieman T. A. (2001). 6. Principios de análisis instrumental. Madrid: McGraw-Hill.
2. Tuesta E. G., Gutarra A. (2004). 7. Aplicaciones electrocrómicas y fotocatalíticas del dióxido de titanio. REVCIUNI, 8 No. 2, 21-45.
3. SCCNFP. 2004. Evaluation and opinión Acid Blue 9, 2004.
4. Caudillo-Flores U., 2011. “Estudio comparativo de la síntesis de TiO<sub>2</sub>, por los métodos sol-gel convencional y sol-gel catalizado por microondas”, Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
5. Zapata Dederle A. C. 2008. Tesis Maestría en Ingeniería en Materiales: “Síntesis y Caracterización de Magnetita pura y dopada con cerio o titanio”. Universidad de Antioquia. Medellín.
6. P. A. Tipler, G. Mosca, “Física para la ciencia y la tecnología”, Editorial Reverté, 5ª Edición, Volumen 2, 2005.
7. Kashif Naeem, Feng Ouyang. (2009). “Preparation of Fe<sup>3+</sup>-doped TiO<sub>2</sub> nanoparticles and its photocatalytic activity under UV light”. Elsevier, Physica B 405, 221-226.
8. R. Asahi, T. Morikawa, T. Ohwaki, K. Aoki, Y. Taga, Science 293 (2001) 269-271.
9. H. C. Wu, S. H. Li, S. W. Lin, Int. J. Photoenergy, 2012, ID: 823498, 6 pages, doi: 10.1155/2012/frame.823498.
10. C. Wang, C. Böttcher, D. W. Bahnemann, J. K. Dohrmann, J. Mater. Chem. 13 (2003), 2322-2329.
- 11.

# SÍNTESIS DE RECUBRIMIENTOS HÍBRIDOS SiO<sub>2</sub> – POLÍMERO POR SOL-GEL PARA SU APLICACIÓN COMO AISLANTE ELÉCTRICO

Dr. Maricela Villicaña Méndez<sup>1</sup>, Ing. Yunuen Juárez Medina<sup>2</sup>,  
Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo<sup>3</sup> y Dra. Nabanita Dasgupta Schubert<sup>4</sup>

**Resumen**— Se utilizó el proceso Sol-Gel para obtener un esmaltado resistente al calor con partículas de sílice dispersas en una poliimida. Los transformadores eléctricos están formados por bobinas, con un material conductor, en este caso el cobre, este debe estar aislado entre cada espira que conforma la bobina, el transformador cuenta con dos bobinas, un lado de baja tensión y otro de alta tensión. El esmaltado híbrido obtenido utiliza Esmalte K-73027C-26 (poliimida) y la sílice por Sol-Gel para 20% y 25%mol de SiO<sub>2</sub> y 25% mol H<sub>2</sub>O, se envejece 24 hr y se mezcla con la poliimida. La caracterización del recubrimiento fue: DRX, SEM, FTIR. Observamos la presencia del esmalte incorporado al recubrimiento, cuya R<sub>t</sub> térmica a 230°C en 6 min. La adherencia del híbrido sobre el cobre no presenta desprendimiento al doblar las laminillas 90°. Por FTIR observan los enlaces Si-O-Si, C-H y OH, demostrando la incorporación la sílice.

**Palabras clave**—poliimidina, sol-gel, SiO<sub>2</sub>, aislante eléctrico, conductor.

## Introducción

Las aplicaciones del proceso Sol-Gel se derivan de las diferentes formas obtenidas directamente del estado gel (ej. monolitos, películas delgadas y recubrimientos, fibras, polvos) combinado con el fácil control de la composición y la microestructura y aunado además a las bajas temperaturas involucradas en el proceso. La nula reactividad química de la matriz del SiO<sub>2</sub> es una consideración especial en las aplicaciones mencionadas. En realidad, en una matriz tetraédrica las moléculas o partículas incrustadas están, en la mayoría de los casos, meramente atrapadas por efectos estéricos que actúan en conjunto con fuerzas tipo Van Der Waals o enlaces de hidrógeno.

Fabricar estructuras de soporte inertes con inclusión de cúmulos u óxidos metálicos permite obtener sistemas de aplicación científico y tecnológico. En particular, es de gran interés el estudio de las propiedades magnéticas y estructurales de muestras nanoestructuradas. Cuando se forman suficientes enlaces interconectados Si-O-Si en una región, se comportan colectivamente como si fueran partículas coloidales o soles. Estas partículas coloidales y las especies de sílice condensada se unen para formar redes tridimensionales (Iler, et al 1979-Schmidt, et al 1988).

Las poliimididas constituyen un grupo de polímeros fuertes, resistentes al calor y a los agentes químicos. En el presente trabajo, conociendo las bondades del proceso Sol-Gel que se pretende usar con la incorporación de la matriz de sílice y el esmalte K-73027C-26 conseguir características necesarias y obtener el híbrido adecuado. El nuevo material híbrido, con propiedades que brinden mayor seguridad a los consumidores de la industria; la principal necesidad es darle una utilidad al esmalte que ya se fabrica durante el proceso de elaboración de los transformadores eléctricos y mejorar las propiedades físicas del mismo. La buena adherencia es la característica primordial para la Industria ya que ello significa que el proceso de fabricación de los transformadores se facilitará porque el material aislante formará parte de la lámina conductora. Conseguir esta buena adherencia y una alta resistencia térmica disminuye el riesgo de que los transformadores entren en cortocircuito

<sup>1</sup> Dra. Maricela Villicaña Méndez es Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán. [vimadinmx@yahoo.com.mx](mailto:vimadinmx@yahoo.com.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Ing. Yunuen Juárez Medina es estudiante de Facultad de Ingeniería Química en la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México

<sup>3</sup> Dra. Ma. Guadalupe Garnica Romo es Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán, Morelia Michoacán, [gromar05@hotmail.com](mailto:gromar05@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Nabanita Dasgupta Schubert es Profesor e Investigador de la Facultad de Ciencias en Físico Matemáticas, Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán, Morelia Michoacán [nitaschubert@gmail.com](mailto:nitaschubert@gmail.com)

## Descripción del Método

### Metodología

Esmalte K-73027C-26, producido por esta industria, al cual también se le denomina polímero o resina. Se determina el % de sólidos para el esmalte de acuerdo con la tabla 1, y se da un tratamiento a 250°C durante 1 hora. Para 15 gr de polímero equivalente a 3.744 gr de sólidos que representan el 80% del polímero.

Las cantidades por utilizar de cada componente para la formulación de 30 ml de Sol-Gel son las que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Volúmenes determinados para la preparación de Sol-Gel.

	25%mol H <sub>2</sub> O	27.5%mol H <sub>2</sub> O	30%mol H <sub>2</sub> O	40%mol H <sub>2</sub> O
TEOS	14.1 ml	13.8 ml	13.7 ml	12.9 ml
Etanol	14.4 ml	14.1 ml	14.0 ml	13.6 ml
H <sub>2</sub> O	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml	2.0 ml
HNO <sub>3</sub> al 5%	0.5 ml	1.1 ml	1.3 ml	1.5 ml

La solución se preparó mezclando TEOS y etanol y de manera separada el agua con el ácido nítrico al 5% como catalizador, se agita durante 30 min., hasta hidrólisis total. El Sol-Gel se deja envejecer durante 24 horas, para después poder mezclarse con el polímero, la tabla 2, muestra los % del híbrido:

Tabla 2. Volumen de Sol-Gel para 30 gr de esmalte K-73027C-26 a las diferentes composiciones mol de agua y sílice.

% mol H <sub>2</sub> O \ % SiO <sub>2</sub>	25	27.5	30	40
20	15.2 ml	15.4 ml	15.5 ml	16.4 ml
25	20.3 ml	20.6 ml	20.7 ml	22.0 ml
30	26.0 ml	26.4 ml	26.6 ml	28.3 ml
35	32.7 ml	33.2 ml	33.4 ml	35.5 ml

El híbrido (mezcla de resina con el Sol-Gel) se prepara con Sol-Gel al 40% mol de agua utilizando la tabla 1, y posteriormente se mezcla con el esmalte utilizando la tabla 3, para obtener un híbrido al 40% mol de agua y 20% SiO<sub>2</sub>. Esto se mezcla durante 30 min. Posteriormente, la muestra se somete a vacío de 50 cmHg (20 inHg) con el fin de eliminarle la mayor cantidad de solventes durante 6 minutos. Entonces se procedió a colocar el híbrido sobre un sustrato de vidrio y luego de cobre para el tratamiento térmico a 250°C a diferentes tiempos.

Primero se recubren 4 laminillas con esmalte, las cuales se someten a 250°C durante 5, 7.5, 10 y 12.5 min., respectivamente. El tratamiento térmico se hace en una estufa a 100°C por 10 min, y después, se pasan a la mufla a 230°C por 5 min. Posteriormente se recubren laminillas de Cu con el 20% SiO<sub>2</sub> al 25% mol H<sub>2</sub>O con agitación durante 30 min., y vacío de 10 min. a una P = 50 cmHg. El espesor de la película: **25% SiO<sub>2</sub> al 25% H<sub>2</sub>O**: 0.0045 milésimas de in. **20% SiO<sub>2</sub> al 25% H<sub>2</sub>O**: 0.0035 milésimas de in. Después de sacarse las muestras de la mufla se doblan 90°C.

### Resultados y discusión

**Espectroscopia Raman.** La espectroscopia Raman se utiliza comúnmente en Química, la información vibratoria es muy específica para los enlaces químicos en moléculas. La región de moléculas orgánicas es en la gama 500-2000 cm<sup>-1</sup>. La siguiente Figura 1 muestra el espectro Raman para los recubrimientos en vidrio y cobre.

En la figura 1, los espectros muestran solamente una banda amplia alrededor de los 650 – 750 cm<sup>-1</sup> que corresponden a la presencia del Si-O-Si amorfo (Kakimoto, et al 1998, Martínez, et al 1998, Herzberg 1945, J.C. de Paula). Cuando las bandas se presentan en forma más aguda es una muestra de que el material alcanzó una forma cristalina lo cual no ocurre en nuestro caso. Comparando con los resultados obtenidos en el proceso Sol-Gel

(<http://rsta.pucmm.edu>), este autor propone que la aparición de la banda alrededor de los  $650 - 750 \text{ cm}^{-1}$  está asociada a procesos de deshidroxilación que disminuyen el ángulo Si-O-Si. Así, ciertos átomos de oxígeno en la superficie se enlazan a átomos de silicio incrementando de esta manera el número de átomos de oxígenos puentes.

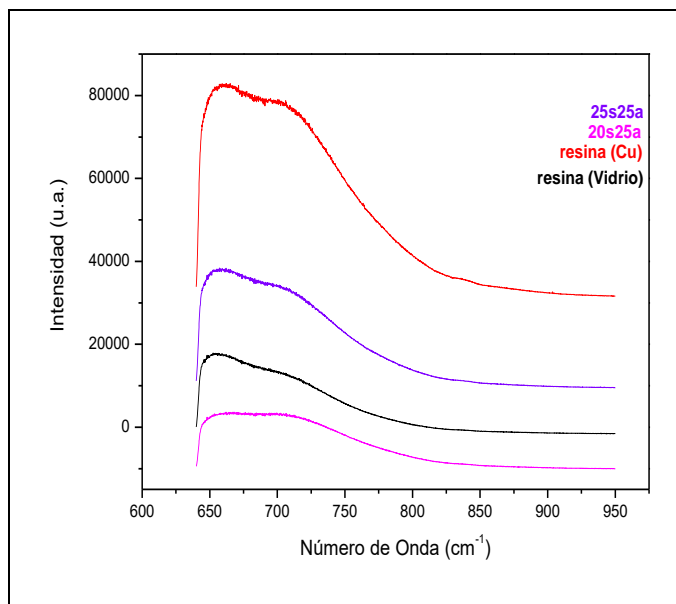


Figura. 1. Espectros Raman para los recubrimientos sobre vidrio y cobre a 230°C.

La reflexión es el fenómeno físico que explica la incidencia de las ondas contra un material y su curso posterior cuando el material sobre el cual incide no absorbe la onda. La ley de reflexión asegura que el ángulo de incidencia y el de reflexión es el mismo (Shalhoub, Univ.- <http://www.memo.com>). Todo movimiento ondulatorio al incidir sobre la superficie que separa dos medios de distintas propiedades mecánicas, ópticas, etc., en parte se refleja y en parte se transmite. Esta técnica se utilizó para determinar el tiempo de eliminación del solvente en las muestras preparadas lo cual nos ayuda a determinar el tiempo óptimo del tratamiento térmico, figura 2.

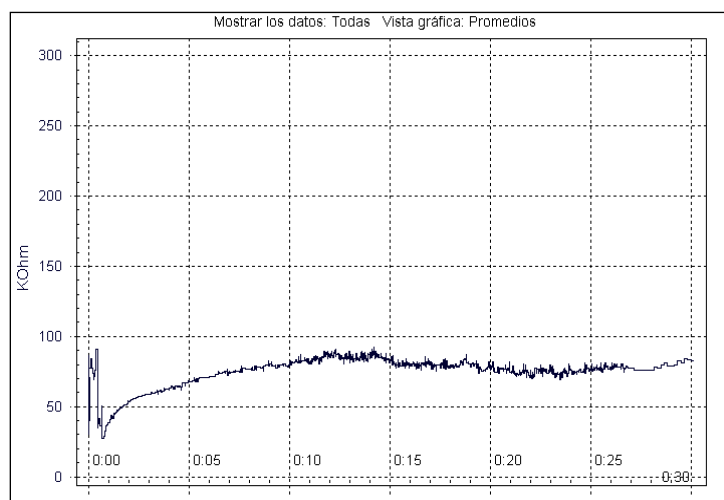


Figura 2 Diagrama de reflexión del esmalte.

En el diagrama anterior se observa que a un tiempo de 11 minutos aproximadamente la pérdida de solvente se estabiliza, la medición de la resistencia nos ayuda indirectamente a conocer el tiempo de pérdida de solvente. Mientras que en la figura 3, se observa que se necesitan 6 minutos para la eliminación del solvente porque después de ese tiempo se ve que se estabiliza la gráfica de la resistencia vs tiempo.

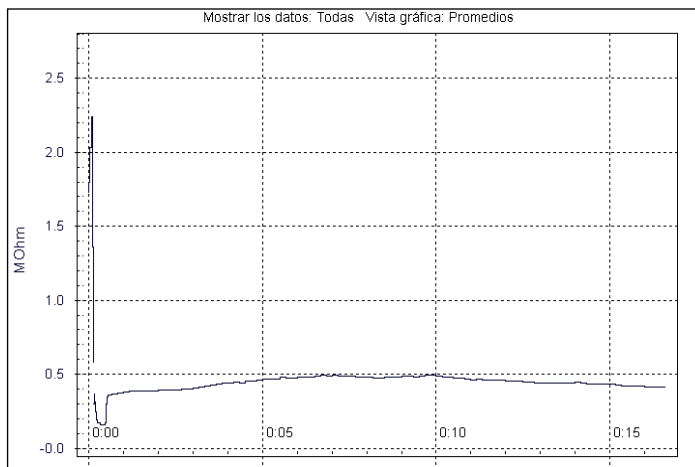


Figura 3. Diagrama de reflexión para el híbrido a 25% SiO<sub>2</sub> y 25% H<sub>2</sub>O

En los diagramas obtenidos de los recubrimientos se observa que se estabilizan las gráficas a los 6 minutos, de esta manera corroboramos que el tiempo óptimo de tratamiento es **6 minutos**

La presencia de la fase anatasa en las muestras fue establecida por espectroscopia Raman Figura 3. El TiO<sub>2</sub> da las bandas características en la región de 100-800 cm<sup>-1</sup>.

Los picos 140, 395, 516, 640 cm<sup>-1</sup> son atribuidos a los cristales de anatasa. Mientras que el pico a 446cm<sup>-1</sup> corresponde a la fase rutilo. La ferrita de bario tiene sus modos vibracionales típicos en los picos 713, 686, 614, 529, 411, 337 y 184 cm<sup>-1</sup>.

### Conclusiones

Se obtuvo un nuevo material que supera las limitaciones del esmaltado convencional a través del recubrimiento híbrido SiO<sub>2</sub>-polímero por el proceso Sol-Gel para utilizarse como aislante eléctrico sobre láminas de cobre.

La industria se ve beneficiada con el desarrollo de este trabajo ya que puede así ofrecer mayor seguridad en el funcionamiento del producto que fabrican al tener más protegido el material conductor se reduce la posibilidad de que este entre en cortocircuito, debido a que el esmalte estará adherido al material conductor y no como el material celulósico que utilizan actualmente; con la adherencia del esmalte se facilita la elaboración de los transformadores.

La optimización del recubrimiento SiO<sub>2</sub>-polímero por el proceso sol-gel se encontró en el rango de 20 y 25 % SiO<sub>2</sub> de al 25% mol H<sub>2</sub>O.

Se observó que mientras más porcentaje molar de agua contenían los recubrimientos menos resistentes eran y también más opacos después de ser sometidos al tratamiento térmico.

La adherencia del recubrimiento híbrido obtenido sobre el sustrato de cobre es aceptable, ya que al doblar las laminillas 90° el recubrimiento no se desprende, lo que garantiza que pueda sustituirse el material de celulosa empleado en la actualidad por este nuevo material.

### Referencias

Kistler S.S., J. Phys. Chem. pp. 34, 52, (1932).

J.A Creighton. and D.G. Eadon, "Ultraviolet-visible absorption spectra of the colloidal metallic elements" J. Chem. Soc. Faraday Trans., 87, 3881 1991.

Mehrotra R.C., "Chemistry of alkoxide precursors" Adv. Inorg. Chem. Rev., 90, 33(1990).

Jones R.W., Fundamental Principles of Sol-Gel Technology, Institute of Metals, (London, 1989).

Brusilowsky D., M. Eyal and R. Reisfeld, "Absorption spectra, energy dispersive analysis of X-rays and transmission electron microscopy of silver particles in sol-gel glass films", Chem. Phys. Lett., 153, 203(1988).

Avnir A., D. Levy and R. Reisfeld, "The nature of the silica cage as reflected by spectral changes and enhanced photostability of trapped Rhodamine 6G", J. Phys. Chem., 88, 5956(1984).

R.K. Iler R.K., The Chemistry of Silica, (Wiley, New York, 1979)

H. Schmidt H., "Chemistry of material preparation by the sol-gel process", J. Non-Cryst. Solids, 82, 51(1988).

<http://www.pslc.ws/spanish/imide.htm> POLIIMIDAS por Gregory Brust.

Herbert Nessler & Friedrich Stadelmeier, "Constitución y Funcionamiento del Transformador", Siemens Aktiengesellschaft, Berlín (1988).

M.I.T., "Circuitos Magnéticos y Transformadores", Reverté, Buenos Aires 1981.

Singer Francisco L., Transformadores Industriales, Neotécnica, Buenos Aires (1976).

Fink, Donald G. Manual práctico de electricidad para ingenieros.

Suzuki K., et al.: "Ceramic Magnet Wires and Coil-Impregnating Varnishes with Super Heat Resistance and Excellent Windability", Hitachi Cable Review No. 16, pp. 67 – 74 (1997).

Morikawa A., et.: "Preparation of a New Class of Polyimide-Silica Hybrid Films by Sol – Gel Process" , Polymer Journal. Vol. 24, No. 1, pp. 107 – 113 (1992).

## Diseño de mecanismos de control para mejorar la calidad de las prácticas de transparencia en el ITCH relacionadas con la rendición de cuentas

C. Oscar Daniel Vivas Cruz<sup>1</sup>, C. Indira Jezabel Hernández Cabañas<sup>2</sup>, C. María Fernanda Deloya Rodríguez<sup>3</sup>,  
C. Brian Gerardo Blanco Astudillo<sup>4</sup>, M.A. Paula Adriana Leyva Alarcón<sup>5</sup> y M.A. Selene Sánchez Vázquez<sup>6</sup>

**Resumen**—La presente investigación tiene como objetivo general realizar un diagnóstico sobre el nivel de cumplimiento que el Instituto Tecnológico de Chilpancingo (ITCH) tiene en relación a las leyes y reglamentos que lo rigen en materia de transparencia y rendición de cuentas, a fin de determinar las deficiencias u oportunidades de mejora. Se utilizó un estudio de tipo transversal con alcance descriptivo y enfoque mixto, en el cual se recolectaron datos mediante tablas de doble entrada, una entrevista realizada a la titular de la institución, así como una encuesta a los estudiantes de Contador Público. Para llevar a cabo dicho estudio, se compararon las prácticas de transparencia y rendición de cuentas aplicadas actualmente por el ITCH y la normatividad respectiva que como sujeto obligado en la misma materia debe de cumplir, con el propósito de determinar si la institución cumple satisfactoriamente con dichas obligaciones durante el ejercicio fiscal 2020.

**Palabras clave**—transparencia, rendición de cuentas, instituciones de educación superior, acceso a la información, diagnóstico general.

### Introducción

El objetivo general de esta investigación es realizar un diagnóstico sobre el nivel de cumplimiento que el Instituto Tecnológico de Chilpancingo (ITCH) tiene en relación a las leyes y reglamentos que lo rigen en materia de transparencia y rendición de cuentas, a fin de determinar las deficiencias u oportunidades de mejora. La pregunta de investigación planteada fue: ¿Cuál es el nivel de cumplimiento de las leyes y reglamentos en materia de transparencia y rendición de cuentas que se observa en el ITCH?

Ugalde, (2002) citado en (Martínez, 2014, pág. 203) concibe a la *transparencia* como la acción de mostrar los asuntos gubernamentales en la “vitrina pública” a fin de presentarlos de forma clara y precisa. De acuerdo con López, (2017) a pesar de su introducción en la historia mexicana en los años 80, ya forma parte de la legislación del país y es común que los gobiernos utilicen este concepto como un recurso político dentro su discurso, siendo un ejemplo claro el actual presidente de la República, Andrés Manuel López Obrador, quien hace hincapié en que su mandato se enfoque en combatir la corrupción y el despilfarro de recursos económicos, siendo la vía más efectiva el fortalecimiento de la transparencia sobre el ejercicio de los mismos.

Ahora bien, el concepto de *rendición de cuentas* de acuerdo con Ackerman, (2005) se define como “un proceso pro-activo por medio del cual los servidores públicos informan, explican y justifican sus planes de acción, su desempeño y sus logros y se sujetan a las sanciones y recompensas correspondientes” (pág. 2).

Uno de los objetivos establecidos en el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 (PIID) que rigen al Tecnológico Nacional de México (TecNM), (2018), es el de modernizar la gestión institucional con transparencia y rendición de cuentas. Al respecto, la institución enfoca sus esfuerzos en consolidar una cultura de transparencia y rendición de cuentas al interior de los Institutos Tecnológicos Federales y Descentralizados con el cumplimiento del marco jurídico y la presentación anual de Informes de Rendición de Cuentas en sus páginas web.

Este artículo forma parte de las acciones llevadas a cabo por estudiantes del noveno semestre del programa educativo de Contador Público pertenecientes al ITCH que realizan su residencia profesional, motivados por la

<sup>1</sup> C. Oscar Daniel Vivas Cruz es estudiante de noveno semestre del programa educativo de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [L16520559@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:L16520559@chilpancingo.tecnm.mx)

<sup>2</sup> C. Indira Jezabel Hernández Cabañas es estudiante de noveno semestre del programa educativo de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [L16520534@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:L16520534@chilpancingo.tecnm.mx)

<sup>3</sup> C. María Fernanda Deloya Rodríguez es estudiante de noveno semestre del programa educativo de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [L16520530@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:L16520530@chilpancingo.tecnm.mx)

<sup>4</sup> C. Brian Gerardo Blanco Astudillo es estudiante de noveno semestre del programa educativo de Contador Público del Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [L16520661@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:L16520661@chilpancingo.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Maestra en Administración Paula Adriana Leyva Alarcón, es docente del área de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [paula.la@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:paula.la@chilpancingo.tecnm.mx)

<sup>6</sup> Maestra en Administración Selene Sánchez Vázquez, es docente del área de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Chilpancingo, Guerrero, México, [selene.sv@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:selene.sv@chilpancingo.tecnm.mx)

necesidad de innovar las prácticas de transparencia al interior de la institución para cambiar la percepción que se tiene al informar sobre el desarrollo de las actividades escolares, culturales y deportivas, infraestructura escolar, los procesos administrativos y las herramientas educativas que son aplicadas por los docentes.

El presente trabajo de investigación se divide en 4 secciones: la primera incluye Antecedentes; una segunda sección llamada Descripción del método que explica el diseño de la investigación, así como las secciones correspondientes a los Comentarios finales y Resultados.

### **Antecedentes**

En el artículo 6° constitucional (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020, pág. 12) queda establecida la obligación del Estado de garantizarle a los ciudadanos el “derecho al libre acceso a información plural y oportuna, así como a buscar, recibir y difundir información e ideas de toda índole por cualquier medio de expresión”, con lo que se dio pie a que se exigiera a las instituciones gubernamentales que informaran sobre el uso que daban a los recursos públicos (financieros, personales y materiales) recibidos durante un ejercicio determinado.

Como lo expresa López & Tacher, (2005) citado en (López, 2017, pág. 282), en el año 2002, se logró la consideración de la transparencia como un concepto jurídico dentro del sistema mexicano con la promulgación de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la cual tenía como propósito la transparencia de la gestión pública a través de la información creada por los sujetos obligados. Además, entre sus disposiciones, se incluía un listado de información que las dependencias y entidades pertenecientes a la Administración Pública Federal estaban obligadas a recabar y hacer pública en sus portales web.

De acuerdo con gobierno.com.mx, (s.f.) derivado del ordenamiento jurídico anterior, también se logró la creación del Instituto Federal de Acceso a la Información (o IFAI), institución encargada de la promoción y difusión del ejercicio del derecho de acceso a la información pública gubernamental, además de la protección de datos personales en posesión de las dependencias y la resolución de negativas a la ciudadanía sobre sus solicitudes de información. Actualmente, este organismo se ha transformado en lo que a partir de 2014 se conoce como el Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI).

Según Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación, (2014) la rendición de cuentas representa para México el mayor problema institucional, derivado de su relación con la corrupción política y clientelismos sociales que reducen los esfuerzos por mejorar el crecimiento del país, sobre todo en las comunidades rurales, en donde la pobreza y el rezago son una muestra más de las desigualdades sociales al interior del país.

El Instituto Tecnológico de Chilpancingo, según la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, (2015) se considera como sujeto obligado y de acuerdo al Artículo 23 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP), se establece la obligación que tiene de transparentar y permitirle a la ciudadanía el acceso a su información, la cual debe ser clara, accesible y veraz, para mostrar de forma real el desarrollo de sus actividades como institución.

Conforme a Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación, (2014) , a nivel internacional ha resultado positivo para la introducción de la transparencia y rendición de cuentas en la cultura ciudadana el poner a libre disposición de la sociedad la información pública generada por los organismos gubernamentales.

### **Descripción del Método**

#### *Diseño de la investigación*

En esta investigación se utilizó un diseño no experimental, de tipo transversal, con alcance descriptivo y enfoque de tipo mixto, esto es, que considera los enfoques cualitativo y cuantitativo.

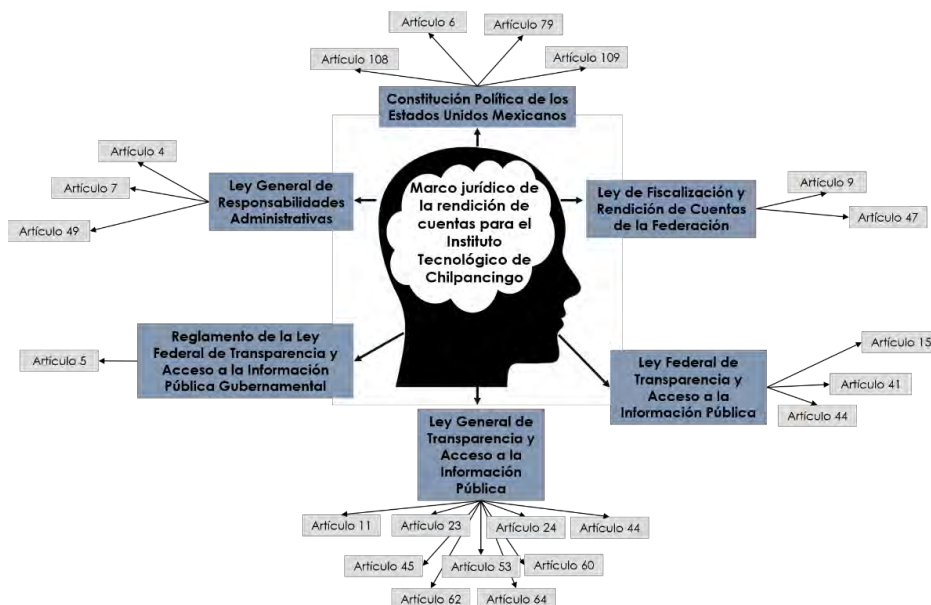
La recolección de datos se realizó a través de 3 tablas de doble entrada en las cuales se evaluó el cumplimiento mostrado por el ITCH de las obligaciones comunes y específicas estipuladas por el marco jurídico de transparencia y rendición de cuentas que lo rigen además del cumplimiento de la normatividad aplicada al interior del TecNM en la misma materia. También se realizó una entrevista a la directora del ITCH, M. A. María Eugenia Reynoso Dueñas y una encuesta aplicada a los estudiantes del Programa Educativo de Contador Público.

Para la encuesta se elaboraron 9 preguntas cerradas de opción múltiple tipo Likert. La población a la que se enfocó la investigación se integraba por 798 alumnos legalmente inscritos en la carrera de Contador Público durante el periodo septiembre 2020 - enero 2021 y se determinó una muestra representativa de los mismos, utilizando la calculadora de muestra para proporciones de Netquest (2020), considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%, obteniendo una muestra de 86 estudiantes.

La encuesta fue aplicada de forma virtual a través de la herramienta Google Forms (2020) durante el mes de octubre 2020, solicitando la total sinceridad de los participantes y asegurando un procedimiento ético de recogida de



datos debido a que la participación fue anónima. La selección de los estudiantes se realizó de manera aleatoria y representativa.



**Ilustración 1.** Marco jurídico de la rendición de cuentas para el ITCH. Fuente: Elaboración propia.

### Comentarios finales

#### Marco jurídico de la rendición de cuentas para el Instituto Tecnológico de Chilpancingo

A fin de poder analizar de forma precisa el nivel de cumplimiento que el ITCH tiene respecto a la normatividad referente a la transparencia y rendición de cuentas, se revisaron diversos ordenamientos jurídicos a nivel Federal para determinar las obligaciones más relevantes en la materia y de esa forma, conocer si al interior del ITCH se cumplen con estas disposiciones (Ver Ilustración 1).

Entre las leyes analizadas, resulta necesario destacar el Artículo 6º constitucional (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020) en donde se le otorga al Estado la responsabilidad de garantizarle a las personas el derecho a la información además de establecer los lineamientos que deben acatarse para poder cumplir con esta obligación, entre los que se encuentra la disposición aplicable a todos los sujetos obligados de publicar de forma completa y actualizada toda aquella información relacionada con el ejercicio de los recursos públicos y los indicadores que permitan rendir cuenta del cumplimiento de los objetivos y mostrar los resultados obtenidos, en los medios electrónicos con los que disponga.

Además, el artículo 108 de la Carta Magna (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020) establece la obligación aplicable a los Servidores Públicos de presentar, ante las autoridades competentes y en los términos designados por la Ley, su declaración patrimonial y de intereses.

Por otra parte, en la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (LGTAIP), se analizó el Artículo 60 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015), mismo que establece que las leyes de transparencia y acceso a la información en el ámbito Federal y Estatal expresarán la obligación que tienen los sujetos obligados de proporcionarle a los particulares la información referente a las obligaciones de transparencia comunes y específicas a través de los sitios de Internet de los sujetos obligados y en la Plataforma Nacional de Transparencia. Dicha información, de acuerdo con el Artículo 62 de la misma ley (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015), deberá actualizarse por lo menos cada tres meses, a menos que otra Ley le otorgue un plazo distinto.

Asimismo, el Artículo 64 de la LGTAIP (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015) dispone que las páginas web de los sujetos obligados deberán contar con un vínculo que redirija al usuario al sitio que contenga la información pública relacionada con las obligaciones de transparencia aplicables al ente en cuestión.

Finalmente, en cuanto a la Ley General de Responsabilidades Administrativas, el Artículo 7 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2019) menciona que todos los Servidores Públicos deberán aplicar en el ejercicio de sus funciones los principios de disciplina, legalidad, objetividad, profesionalismo, honradez, lealtad, imparcialidad, integridad, rendición de cuentas, eficacia y eficiencia.

## Resultados

Se evaluó el cumplimiento del ITCH de las obligaciones comunes y específicas estipuladas por el marco jurídico de transparencia y rendición de cuentas que lo rigen, para lo cual se realizaron 3 tablas de doble entrada (Cuadro de obligaciones comunes para sujetos obligados, Cuadro de obligaciones específicas para los sujetos obligados del Poder Ejecutivo Federal y Cuadro de estrategias de austeridad, transparencia y rendición de cuentas del TecNM), una entrevista a la directora del ITCH y una encuesta a los estudiantes del programa educativo de Contador Público.

### *Cumplimiento de obligaciones comunes y específicas*

El Instituto Tecnológico de Chilpancingo forma parte del Tecnológico Nacional de México, que a su vez es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública, por lo cual, atiende las directrices de la Unidad de Transparencia de esta secretaría, y es esta misma dependencia la que se encarga de presentar la información relacionada con las obligaciones del TecNM en el Sistema de Portales de Obligaciones de Transparencia, razón por la que se debe ingresar al portal de la SEP para consultarla. Además, el ITCH no cuenta con un Portal de Transparencia y tampoco tiene la obligación de presentar estas obligaciones de forma individual.

El carácter de las obligaciones en materia de transparencia y rendición de cuentas del TecNM, en especial las obligaciones específicas, se ve determinado por el hecho de formar parte de esta dependencia del Poder Ejecutivo Federal, por la cual las obligaciones específicas presentadas en el portal de transparencia del TecNM hacen referencia a lo aplicable a los sujetos obligados del Poder Ejecutivo Federal.

A fin de evaluar de forma precisa el nivel de cumplimiento de las obligaciones y estrategias que tiene el ITCH en materia de transparencia y rendición de cuentas, se elaboraron los criterios presentados en la Tabla 1, en donde se utilizaron 4 niveles de calificación: bueno, suficiente, regular y deficiente, a los cuales se les designó un porcentaje de cumplimiento determinado. El nivel de cumplimiento del ITCH se obtuvo después de restar el valor porcentual de las observaciones encontradas respecto del total de obligaciones comunes, específicas o las estrategias del TecNM que le sean aplicables, según sea el caso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES	
Calificación	% de cumplimiento
Bueno	100%-85%
Suficiente	84%-70%
Regular	69%-50%
Deficiente	49%-0%

**Tabla 1.** Criterios para evaluar el cumplimiento de las obligaciones. Fuente: *Elaboración propia.*

Las observaciones encontradas durante la revisión de las obligaciones comunes para los sujetos obligados son:

- En el apartado de la fracción XXII del Artículo 70 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública referente a la deuda pública, se presenta un mensaje que explica que su manejo únicamente le corresponde a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, por tanto, el TecNM no incluye esta información en el portal.
- No se encontró información ni explicación relacionada a la no aplicabilidad al TecNM de las obligaciones de las fracciones XLVI (actas de sesiones ordinarias y extraordinarias, así como opiniones y recomendaciones que emitan los consejos consultivos) y XLVII (listado de solicitudes a empresas concesionarias de telecomunicaciones y proveedores de servicios o aplicaciones de Internet para la intervención de comunicaciones privadas, acceso al registro de comunicaciones y localización geográfica en tiempo real de equipos de comunicación) del mismo Artículo 70.

En lo que respecta al cumplimiento de las obligaciones específicas no se encontraron observaciones en la publicación de la información relativa a las mismas.

Por último, en el análisis del cumplimiento de las Estrategias de austeridad, transparencia y rendición de cuentas del TecNM para 2020, se realizaron las observaciones siguientes:

- Actualmente el ITCH no cuenta con el Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, por lo cual, la estrategia de “Desarrollar un sistema de información integral para transparentar las operaciones del Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico” no le es aplicable.
- Únicamente se dan a conocer en el portal web del ITCH las convocatorias abiertas mientras que las convocatorias cerradas solo se dan a conocer de forma interna, cumpliendo de forma parcial con la estrategia “Implementar que, en materia de Recursos Humanos, deba publicarse toda convocatoria abierta o cerrada en las páginas web de los Institutos Tecnológicos, así como su resolución”.

De acuerdo con las observaciones encontradas para cada tipo de obligación o estrategia, el nivel de cumplimiento del ITCH en materia de transparencia y rendición de cuentas se presenta en la Tabla 2.

	Obligaciones Totales	Obligaciones aplicables	Observaciones	Valor de las observaciones	% de Cumplimiento	Calificación
Obligaciones Comunes	48	47	2	4%	96%	BUENO
Obligaciones Específicas	7	7	0	0%	100%	BUENO
Estrategias del TecNM	7	5	1	20%	80%	SUFICIENTE

**Tabla 2.** Evaluación del nivel de cumplimiento del ITCH. Fuente: Elaboración propia.

#### Entrevista a la directora del ITCH

La entrevista a la titular del Instituto Tecnológico de Chilpancingo se realizó con propósito de conocer las prácticas de transparencia implementadas por la institución durante el ejercicio 2020 para poder realizar un diagnóstico general sobre el nivel de cumplimiento que el ITCH tiene en relación a las leyes y reglamentos que lo rigen en materia de transparencia y rendición de cuentas, y entre la información obtenida destaca lo siguiente:

- Durante el 2020, la Subdirección de Planeación y Vinculación se ha encontrado sin un encargado designado. A pesar de que su titular es el responsable de la concentración de información y formulación del informe de rendición de cuentas, gracias a la colaboración de la dirección y las demás áreas que integran a la institución, el proceso correspondiente a 2019 se desarrolló de manera normal, sin contratiempos.
- Debido a la contingencia sanitaria derivada por el COVID-19, la entrega del informe de rendición de cuentas 2019 se realizó vía correo electrónico y hasta el mes de octubre 2020, no se había recibido retroalimentación de parte de las oficinas centrales del TecNM, necesaria para ser autorizado y poder publicarlo en su página web además de entregarlo por escrito a las autoridades del Estado de Guerrero, al titular del Poder Ejecutivo y al Secretario de Educación.
- No existe un plazo determinado para actualizar la información publicada en la página web del ITCH, solamente se mantiene el tiempo necesario para serle útil a quien consulte la página, sin embargo, no hay una obligación formal de realizarlo, debido a que no se cuenta con acceso al Sistema de Portales de Obligaciones de Transparencia (SIPOT).
- Anualmente el TecNM, durante el mes de septiembre, programa capacitaciones en el tema de atención a las solicitudes de acceso a la información, siendo la última la realizada en septiembre 2019, debido a que la del año en curso no fue programa por la contingencia sanitaria. Es importante destacar que la directora ha participado de las capacitaciones llevadas a cabo en los últimos tres años.
- Respecto a la presentación de las declaraciones de situación patrimonial requeridas a los servidores públicos, los directivos de la institución cumplieron con esta obligación desde el 15 de mayo de 2020, mientras que los trabajadores todavía cuentan con plazo hasta diciembre 2020, sin embargo, a la fecha de la entrevista se habían presentado muy pocas declaraciones en relación al total de trabajadores que conforman al ITCH. Destaca el compromiso de la institución para ofrecer herramientas destinadas a orientar a aquellos que no han hecho su declaración o que deban hacerlo por primera vez, a través de capacitaciones presenciales o virtuales.

#### Encuesta a estudiantes del ITCH

La encuesta a la población estudiantil del Instituto Tecnológico de Chilpancingo se realizó con el objetivo de conocer su percepción acerca de las prácticas de transparencia y rendición de cuentas llevadas a cabo al interior de la institución, concluyéndose lo siguiente:

- El 55% de los estudiantes están de acuerdo en que las prácticas adoptadas por el ITCH son efectivas para dar a conocer información relativa a la transparencia y rendición de cuentas.
- El 67% considera que la implementación de las TIC's ha resultado beneficiosa para que la comunidad tecnológica pueda conocer los procesos de transparencia y rendición de cuentas que se llevan a cabo al interior del ITCH.
- El 65% de los estudiantes considera que la información presentada en la página web y redes sociales de la institución es suficiente para dar a conocer a la población estudiantil las actividades llevadas a cabo por la actual administración del instituto.

#### Conclusiones

Después de haber analizado el cumplimiento de las obligaciones comunes y específicas establecidas dentro del marco jurídico en materia de transparencia y rendición de cuentas además de las Estrategias de austeridad, transparencia y rendición de cuentas del TecNM para 2020 y los resultados de la entrevista a la directora del plantel

así como la encuesta aplicada a los estudiantes de Contador Público de la institución se puede concluir que el ITCH cumple de manera buena con la normatividad que le aplica en la materia, sin embargo, derivado de las observaciones realizadas, resulta necesario reforzar las estrategias de transparencia y rendición de cuentas implementadas dentro de la institución para mejorar su calidad y con ello, aumentar la percepción que los estudiantes tienen sobre las mismas.

### Recomendaciones

Las acciones en materia de transparencia y rendición de cuentas que el ITCH puede emprender son limitadas debido a la forma de organización desconcentrada con la cual el TecNM realiza sus operaciones por lo que un cambio significativo sería difícil de lograr de manera particular, a menos que se modifiquen las directrices para todos los tecnológicos dependientes del TecNM.

Sin embargo, los resultados obtenidos demuestran la necesidad de un mayor estudio de las prácticas de transparencia implementadas por el TecNM para todos los Institutos Tecnológicos del país a fin de poder implementar estrategias o mejores prácticas que sean beneficiosas tanto a la comunidad estudiantil como a la institución en general.

De manera interna, resulta importante sugerir la realización de campañas de concientización dirigidas a la población estudiantil para darles a conocer el rol que tienen en el desarrollo de la transparencia al interior del ITCH así como del país en general, aprovechando la materia de Transparencia y Rendición de cuentas que se incluye en el plan de estudios del programa educativo de Contador Público.

Además, a pesar de que el ITCH no cuenta con un portal de transparencia, se recomienda que la página web institucional así como sus redes sociales incluyan de manera más amplia y constante las actividades que se realizan al interior de la institución, debido a que en la actualidad, es el único medio de contacto con el que se cuenta para informar a la comunidad estudiantil, así como para resolver dudas sobre los cambios en los procesos y trámites derivados de la contingencia sanitaria, a fin de dar una mejor atención a los estudiantes.

### Referencias

- Ackerman, J. (2005). Social Accountability for the Public Sector. A conceptual Discussion. *Social Development Papers*, 2.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2015). *Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública*. Ciudad de México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2019). *Ley General de Responsabilidades Administrativas*. Ciudad de México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Ciudad de México.
- Comisión de Vigilancia de la Auditoría Superior de la Federación. (2014). *Fiscalización, transparencia y rendición de cuentas*. Ciudad de México.
- gobierno.com.mx*. (s.f.). Obtenido de Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos: <https://gobierno.com.mx/ifai.html>
- Google LLC. (2020). *Formularios de Google*. Recuperado el 20 de octubre de 2020, de Google Forms: <https://docs.google.com/forms>
- López, S. (2017). La transparencia gubernamental. En F. Ibarra, P. Salazar, & G. Esquivel, *Cien ensayos para el centenario. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, tomo 2: Estudios jurídicos* (pág. 277). México: Universidad Autónoma de México.
- López, S., & Tacher, L. (2005). *Transparentar al Estado: la experiencia mexicana de acceso a la información, 1a. reimp.* Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
- Martínez, M. (2014). Acceso a la información, transparencia y rendición de cuentas en México. 37 años de evolución. *El Cotidiano*, 187, pp. 203-215.
- Soluciones Netquest de Investigación S.L. (2020). *Calculadora de muestra*. Recuperado el 22 de octubre de 2020, de Netquest: <https://www.netquest.com/es/panel/calculadora-muestras/calculadoras-estadisticas>
- Tecnológico Nacional de México. (2018). *Informe de Rendición de Cuentas de Conclusión de la Administración 2012-2018*. Ciudad de México. Obtenido de [https://www.tecnm.mx/pdf/INFORME\\_DE\\_RENDICION\\_DE\\_CUENTAS\\_DE\\_CONCLUSION\\_DELA\\_ADMINISTRACION\\_2012-2018.pdf](https://www.tecnm.mx/pdf/INFORME_DE_RENDICION_DE_CUENTAS_DE_CONCLUSION_DELA_ADMINISTRACION_2012-2018.pdf)
- Ugalde, L. (2002). *Rendición de cuentas y democracia, El caso de México [en línea]*. Instituto Federal Electoral. Obtenido de [http://www.ine.mx/docs/Internet/Biblioteca\\_Virtual\\_DECEYEC/deceyec\\_DECEYEC/Cuadernos\\_Divulgacion\\_DECEYEC/docs\\_estaticos/cuaderno21.pdf](http://www.ine.mx/docs/Internet/Biblioteca_Virtual_DECEYEC/deceyec_DECEYEC/Cuadernos_Divulgacion_DECEYEC/docs_estaticos/cuaderno21.pdf)

# Reducir 50% tiempo de manufactura en herramientas de engarzado, eliminando cuello de botella en rectificadora

Luis Yépiz Robles MAC<sup>1</sup>, MANI. Teresa de Jesús López Ramírez<sup>2</sup>,  
MANI. Brenda Lizbeth Campos Apodaca<sup>3</sup>, CP. Magdalena Quintana Espinoza<sup>4</sup> y TSU. Jordan Alexis Rodríguez  
Lozoya<sup>5</sup>

**Resumen**—En el taller de maquinado CNC se estaba consumiendo demasiado tiempo en la manufactura de las herramientas de engarzado debido al método de fabricación, ya que se estaba generando un cuello de botella en la máquina rectificadora, teniendo un retraso en la manufactura de piezas que solo requerían un acabado. Para manufacturar 5 herramientas se requerían 735 minutos. Se realizó un estudio de tiempos de cada una de las operaciones, observando que la operación que más tiempo tarda es hacer la figura en la rectificadora con un estimado de 480 minutos, teniendo la necesidad de automatizar dicha operación; considerando la funcionalidad, costo y precisión, se opta por la adquisición e implementación de la máquina electroerosionadora por hilo para la operación a realizar en la pieza; logrando reducir el tiempo de manufactura de las herramientas de engarzado en un 52% y la eliminación del cuello de botella.

**Palabras clave**—Máquina de electroerosión por hilo, Fresadora, Rectificadora, Herramientas de engarzado.

## Introducción

La máquina rectificadora se utiliza para quitar material en las operaciones de maquinado de torno o fresadora CNC, cuya característica es realizar desbastes de material en piezas con tolerancias muy precisas. Lo que hace que estas máquinas sean muy utilizadas después del maquinado, en este caso en particular, estas partes que se estaban mandando a la rectificadora, quitaban tiempo para otras órdenes que eran muy urgentes, creando un cuello de botella al momento de realizar la operación de la figura en las herramientas de engarzado por lo que se decide comprar la electroerosionadora para dar fluidez a la operación de rectificado.

La empresa opta por la adquisición de la máquina electroerosionadora ya que esta puede realizar los cortes tan precisos como la rectificadora y a la vez tiene una mayor velocidad. La operación en el área de rectificado que tiene el cuello de botella opera con un tiempo total de 735 minutos por 5 piezas, de los cuales al realizar la figura se consumen 480 minutos del total. Generando que otras piezas que solo requerían un acabado en la rectificadora se retrasen causando la problemática antes mencionada. Automatizando la operación de hacer la figura de la herramienta de engarzado se redujo a 380 minutos, que representa una reducción del 52% en el proceso de manufactura.

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La investigación se realizó mediante el método de investigación aplicada ya que este estudio es dirigido a la mejora del sector productivo la cual requiere una etapa teórica e investigativa.

El principal problema que tiene la empresa es que se ha generado un cuello de botella en las rectificadoras ya que la mayoría de las piezas que se fabrican necesitan un buen acabado, en esta se elaboran las herramientas de engarzado las cuales se terminan de escuadrar para después hacer las figuras con las piedras, y las piezas no pueden quitarse de las rectificadoras porque se pierde el cero y las medidas son muy críticas por lo tanto esto genera un atraso en las otras piezas que se fabrican. Uno de los principales trabajos que realiza esta empresa es la fabricación de herramientas de engarzado como se muestra en la figura 1, la cual consiste en remachar la terminal del cable. Aquí se elaboran las dos partes: El punch conductor (tiene la cavidad más pequeña) y la insulación al igual que el

<sup>1</sup> Luis Yépiz Robles MAC es catedrático de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. lyepiz@gmail.com

<sup>2</sup> La MANI Teresa de Jesús López Ramírez es catedrática de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. zapatito79@hotmail.com

<sup>3</sup> La MANI Brenda Lizbeth Campos Apodaca es catedrática Apodaca es Profesora de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, isaias-brenda@hotmail.com

<sup>4</sup> La Cp Magdalena Quintana Espinoza es Profesor de Tiempo Completo del área Operaciones Comerciales Internacionales en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México mquintana@utnogales.edu.mx

<sup>5</sup> El TSU. Jordan Alexis Rodríguez Lozoya es estudiante de Ingeniería en Manufactura Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. jordan97\_7@hotmail.com

anvil que sería la contraparte del punch. Normalmente para realizar la figura que remacha en las herramientas de engarzado se necesitan aproximadamente 8 horas y 2 piedras, pero al momento de hacer la figura y quitar la piezas de la rectificadora se pierde el cero por lo que hay que escuadrar y esto toma un tiempo de 9 horas.



Figura 1. Herramientas de engarzado

La operación en el área de rectificado que tiene el cuello de botella opera con un tiempo total de 735 minutos por 5 piezas distribuidas en las diferentes operaciones como se muestra el gráfico 1, de los cuales al realizar la figura se consumen 480 minutos del total.

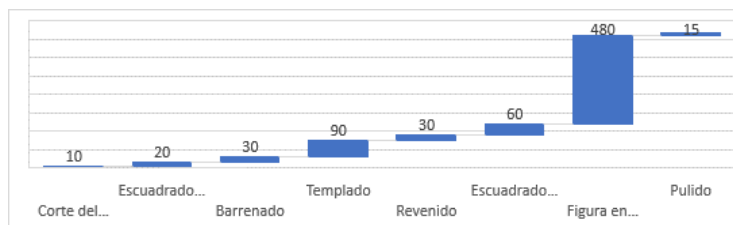


Gráfico 1. Tiempo por operación en herramientas de engarzado

Considerando la funcionalidad, costo y precisión, se opta por la adquisición e implementación de la máquina electroerosionadora por hilo para la operación a realizar en la pieza. Para comenzar la nueva operación en vez de hacerse en la rectificadora se hará en la máquina de hilo primero, y una vez que ya esté dibujada la herramienta de engarzado se modificará la cavidad dejándola una milésima más pequeña para al momento de pulir tenga la medida deseada, después se programará en Mastercam el paso del hilo para dar la figura de la herramienta. Luego se generará el código del programa para después pasarlo a la máquina de hilo, asimismo, una vez pasado el programa a la máquina se realizará el set up correspondiente para hacer la herramienta de manera adecuada.

El proceso comienza con la operación de corte de material y éste se realiza en la sierra de cinta, aquí se cortan las piezas 50 milésimas de pulgada por lado más grandes para al momento de escuadrar en la fresadora limpie cada lado, en esta operación se tarda 10 minutos como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Corte de material en sierra de cinta

Luego una vez cortadas las piezas se pasa a la fresadora convencional para escuadrarlas y darle las medidas deseadas, pero en esta operación se dejan 10 milésimas de pulgada por lado más grandes, para luego en la rectificadora terminar de escuadrar, esta operación tarda 20 minutos como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Escuadrando el material

Una vez escuadrada las piezas se hacen unos barrenos, pero la cantidad y la localización dependerá del tipo de herramienta que se haga, lo más frecuentes son 3 barrenos como lo muestra en la figura 4.



Figura 4. Barrenado en fresadora  
convencional

Para barrenar estos se necesitan de una broca de centro y dos brocas, en esta operación se tarda 30 minutos. Después las piezas pasan a templarse, primero se envuelven en papel de acero inoxidable 321, por lo general estas necesitan una dureza de 56-58 escala Rockwell por eso se hacen de A2, pero una vez que se templan tendrán una dureza de 62-63, este material se calienta en el horno de 940-960 °C por un tiempo de 90 minutos y se enfriarán a temperatura ambiente como se muestra en la figura 5.



Figura 5. Piezas en el horno a 950 °C

Posteriormente se pasan a revenirse por 30 minutos a 500 °C para disminuir su dureza para reducir su fragilidad y aumentar su tenacidad, una vez que se reviene la pieza esta tendrá una dureza de 56-58 aproximadamente como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Piezas una vez templadas  
y revenidas °C

Seguidamente las piezas pasan a la rectificadora para terminar de escuadrarlas y darle las medidas deseadas, aquí también se centran los barrenos anteriormente hechos porque quedan pocas milésimas cargados hacia un lado, en esta operación se tarda 60 minutos como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Escuadrando en rectificadora

Una vez escuadrada las piezas en la rectificadora pasa a la máquina de hilo para hacer la figura, primero se indica la pieza por los lados y el espesor, después se saca el cero para luego correr el programa, para hacer el set up se tarda aproximadamente 10 minutos mientras el programa dura 15 minutos, pero como se hacen 5 piezas y la duración es 25 minutos por pieza, esta operación tiene una duración de 125 minutos como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Indicando y cortando en electroerosionadora de hilo

Por último, una vez hecho lo anterior, las piezas se pulen con cartón y una pasta sólida para pulir, en esta operación se tarda 15 minutos como se muestra en la figura 9.

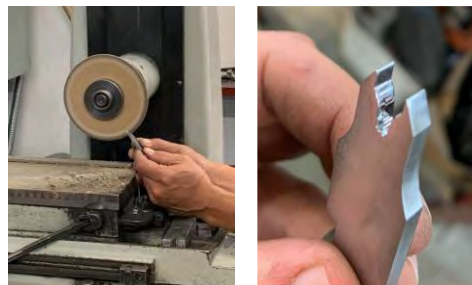


Figura 9. Pulido

### Comentarios Finales

#### *Resumen de resultados*

Luego de implementar la operación automatizada mediante el uso de la electroerosionadora por hilo se logró la eliminación del cuello de botella y el tiempo de manufactura de las herramientas de engarzado.

A continuación se muestran los resultados, como se puede observar en el gráfico 2 la operación 7 donde se manufactura la figura. Antes se tenía un tiempo de 480 minutos y después de la implementación, dicha operación tiene una duración de 125 minutos, obteniendo una reducción de 384% en el tiempo.



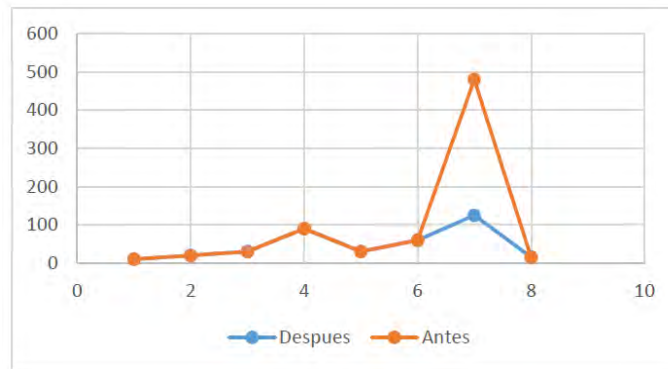


Gráfico 2. Tiempos por operación después de la implementación

Además, podemos observar en el gráfico 3 la comparación de la duración del tiempo total de manufactura de las herramientas de engarzado, antes de la implementación se requerían 735 minutos para 5 herramientas y con la nueva operación solamente se tarda 380 minutos por 5 herramientas, lo cual significa una reducción del 52% en el proceso de manufactura solamente automatizando la operación de hacer la figura de la herramienta de engarzado.

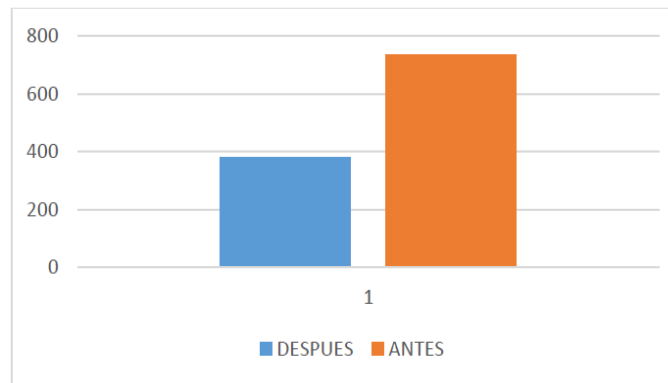


Gráfico 3. Tiempos por operación después de la implementación

### Conclusiones

Definitivamente cada operación en este proceso es necesaria, para poder realizar las herramientas de engarzado de manera adecuada porque si se reduce el tiempo de templado la pieza no obtiene la dureza deseada, y por lo tanto al momento de aplicarle fuerza por un período largo, ésta se deforma con mayor facilidad. También si se reduce el tiempo de revenido, la pieza al estar muy dura tiene un alto grado de fragilidad entonces puede quebrarse si se aplica fuerza.

Todo lo antes mencionado, permitirá facilitar aún más la fabricación de esta herramienta y el uso de la máquina en otros tipos de piezas evitando los cuellos de botella en operaciones futuras, dando una mayor productividad al proceso para cumplir con los requerimientos y demanda del cliente.

### Recomendaciones

Sin embargo, en otras operaciones se puede mejorar, aunque sea en algunos minutos, porque en el barrenado el maquinista tarda algunos minutos buscando las herramientas para hacer los barrenos, además a veces tienen que sacarles filo a las brocas. En la máquina de hilo se recomienda hacer un *fixture* para poner las piezas con mayor facilidad, y con esto se evitaría tener que indicar cada pieza, pues este cuenta con un tope que establece el cero de una manera fija y se reducirían aproximadamente 8 minutos en el *set up* por pieza.

Se quiere realizar de un mantenimiento preventivo cada dos semanas para evitar que se dañe los ejes que están de momento un poco dañados por el traslado, también una de las partes de la máquina que enfría el agua destilada no sirve por lo tanto se cambiará a corto plazo para que no se pare la producción.

### Referencias bibliográficas

Industria Loher Mecanizados. (30 de 03 de 2012). *Industria Loher Mecanizados*. Obtenido de Electroerosión por hilo: <https://www.industriasloher.com/electroerosion-por-hilo/>

R., J. L. (2020). *Como Funciona*. Obtenido de WordPress: <https://como-funciona.co/una-rectificadora/>

Temples Industriales Alcalá, S.L. (11 de 07 de 2002). *Temples Industriales Alcalá, S.L.* Obtenido de Tratamientos Térmicos: <https://www.templesindustrialesalcala.es/tratamientos-termicos/>

ThyssenKrupp Fortinox S.A. (10 de 2009). *TK Fortinox S.A.* Obtenido de Aceros para Herramientas: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tecnologia/archivos/Tecnologia1/GuiaAcerosHerramientas.pdf>

Umesal. (16 de 07 de 2020). *Umesal*. Obtenido de Qué es el mecanizado CNC: <https://umesal.com/que-es-el-mecanizado-cnc/>

### Notas Biográficas

El **M.A.C. Luis Yépiz Roble** es catedrático de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora.

La **M.A.N.I. Teresa de Jesús López Ramírez** es catedrática de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora.

La **M.A.N.I. Brenda Lizbeth Campos Apodaca** es catedrática Apodaca es Profesora de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora.

La **CP. Magdalena Quintana Espinoza** es catedrática de Ingeniería en Logística Internacional en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Terminó sus estudios en la Facultad de Contaduría en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicados dos artículos y un registro de patente.

El **TSU Jordan Alexis Rodríguez Lozoya** es estudiante de Ingeniería en Manufactura Aeronáutica de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora.

# UNA COMPARACIÓN ENTRE EL MODELO TRADICIONAL Y LOS NUEVOS PARADIGMAS EDUCATIVOS EN LA ENSEÑANZA DEL PIANO

L. M. Shalom Zamar Yescas Chávez<sup>1</sup>, Dra. María Cruz Chong Barreiro<sup>2</sup> y  
Dr. Javier Moreno Tapia<sup>3</sup>

**Resumen**— Dentro de la educación, existen diversos modelos que se utilizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje según las metodologías que cada profesor apropie no obstante en la pedagogía musical, específicamente en la preparación instrumental como el piano, también se encuentran otros característicos que ayudan en la formación de un músico, entre ellos se encuentra el modelo tradicional y aquellos basados en los nuevos paradigmas educativos, si bien el primero ha sido el más utilizado en los últimos siglos y ha generado excelentes resultados, se ha encontrado que ya no se adapta a las condiciones en las que vivimos en el siglo XXI por lo que urge repensar su uso y comparar ciertos aspectos con otros modelos.

**Palabras clave**—educación pianística, modelo tradicional, humanismo, constructivismo.

## Introducción

Durante el siglo XVIII se comenzó a gestar el modelo tradicional de la enseñanza, el cuál emerge con institucionalización de la educación y posteriormente se afianza en el siglo XIX cuando la pedagogía surge como ciencia. Los contenidos fueron transmitidos como conocimientos acumulados y verdades absolutas sin vincularlas con los contextos en los que vivían los alumnos (Rodríguez, 2013).

En el área de música, no existía la educación formal pues, en su mayoría se transmitían conocimientos de manera generacional, es decir surgían familias de músicos en las que se encargaban de adiestrar a los nuevos aprendices. Un ejemplo de ello es la familia Bach quienes por años dominaron el ámbito de las artes sonoras; por otro lado se encuentra el caso de Wolfgang Amadeus Mozart quién fue instruido por su padre en el violín y piano llegando a convertirse en un genio musical hasta nuestros días.

Después de la Revolución Francesa, se crean los llamados conservatorios en los que se buscaba principalmente la instrucción artesanal, se buscaron expertos en el arte musical quienes se convertían en una especie de profesores que utilizaban métodos basados en la oralidad, imitación, el ensayo-error y el perfeccionamiento del talento natural (López, 2013) fomentando el virtuosismo y creando un semillero inigualable de músicos de distintos instrumentos que dejaron huella histórica en la música académica occidental, a su vez, esto va de la mano con el desarrollo industrial en serie que se solicitaba en la época.

El modelo tradicional o mejor conocido como *conservatorio* o *académico* colocó sus bases en la alfabetización musical y el desarrollo instrumental, por lo que además de formar excelentes músicos también produjo tratados relacionados con lenguaje de la música y al aprendizaje de diversos instrumentos, siendo el piano el que más predominó sin embargo, la mayoría de éstos son de carácter sistemático y racional con ejercicios mecánicos y abstractos que se alejan de la práctica musical real y tienen un enfoque meramente técnico (Jorquera, 2010) creados sin visualizar el contexto y edad de cada estudiante añadiendo que el profesor al ser el mayor conocedor, se convierte en el protagonista y el alumno se sumerge en la pasividad sin cuestionar técnicas educativas e instrumentales que en diversas ocasiones se visualizan en un proceso lento y sin resultados rápidos además conllevan a lesiones físicas irreparables por no tomar en cuenta aspectos propios del aprendizaje.

A la fecha, éstos métodos son transmitidos generacionalmente de profesor a alumno y son utilizados en diversos niveles sean formales o informales, a pesar de haber generado excelente frutos a lo largo de la historia, se encuentra que éste modelo no se adapta a las nuevas tecnologías; no centra en el estudiante o en sus gustos y habilidades personales; y no fomenta el autoaprendizaje cognitivo como en otros modelos pedagógicos musicales además de no coincidir con el modelo neoliberal que se vive en la actualidad como lo puntualiza Hemsy de Gainza

<sup>1</sup> La Lic. En Música Shalom Zamar Yescas Chávez es alumna de la Especialidad en Docencia de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México [ye195575@uaeh.edu.mx](mailto:ye195575@uaeh.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. María Cruz Chong Barreiro es Profesora Investigadora del Área Académica de Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México [chong@uaeh.edu.mx](mailto:chong@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Javier Moreno Tapia es Profesor de la Especialidad en Docencia de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México [javier\\_moreno@uaeh.edu.mx](mailto:javier_moreno@uaeh.edu.mx)

(2003) el cual precisa una educación eficaz, rápida, de resultados concretos y evaluables cuantitativamente. Es por ésta razón que se busca opciones de enseñanza en otros modelos educativos como los basados en el constructivismo y humanismo.

### **Nuevos Paradigmas Educativos**

A consecuencia de las transformaciones sociales y económicas que se viven actualmente, así como los cambios de producción, la globalización en ámbitos no solo económicos sino también culturales, es necesario replantearse reformas en la educación (Aguerrondo, 1999) que les brinden a los individuos herramientas para sostenerse en el mundo actual que se vive sin replicar modelos tradicionales a los que se añaden tecnologías y materiales didácticos pero que en el trasfondo sigue siendo el mismo.

Dentro del ámbito de la enseñanza musical se ha procurado la adaptación a las reformas que se establecen en leyes de educación, de igual manera se han realizado investigaciones y propuestas que colaboren a la transformación de la educación. Durante el siglo XX surgieron métodos como Dalcroze, Willems, Orff, Kodaly, Suzuki, etc.; que si bien aportaron enormemente dentro de la pedagogía de la música, muchos de ellos no han trascendido más allá de la iniciación y la enseñanza artística (Hemsey de Gainza, s. f.) por lo que durante ésta investigación se ha buscado elementos relevantes en la teorías psicológicas del aprendizaje que ayuden en el cambio de paradigmas educativos, en éste caso, en la educación pianística.

#### *Constructivismo*

El modelo constructivista tiene como base teórica una serie de propuestas en las que se converge “[...] la capacidad de los humanos para aprender construyendo el conocimiento por sí mismos, pero valiéndose de ayuda externa [...]” (Hernández, 2005, p. 199).

Woolfolk (2006) señala que en el constructivismo interfieren los procesos cognoscitivos y el aprendizaje por lo que debe existir instrucciones certeras que vayan a distintas partes del cerebro de forma que se generen diversos modos de procesamiento, es decir, que se componga de diferentes modalidades y actividades de instrucción que se dirijan a varios sentidos además de encontrarse un ambiente activo de aprendizaje.

También habla de dos ideas centrales que son base del constructivismo: 1) Los aprendices son individuos activos en la construcción de su propio conocimiento y 2) Las interacciones sociales son importantes en el proceso de construcción de conocimiento.

Añadiendo a lo anterior, según Bisquerra (2003), el modelo constructivista selecciona un conjunto de principios, teorías y distintos enfoques que convergen entre sí en puntos como los siguientes:

- El alumno es el responsable de su procedimiento de aprendizaje y construye el conocimiento por sí mismo
- Relación de conocimientos previos y nuevos así como de otras áreas académicas con el conocimiento obtenido
- El alumno da un significado a los conocimientos que obtiene
- Los conocimientos son un producto de un constructo social
- Requiere apoyo de profesores y compañeros para crear un andamiaje
- El profesor tiene un papel de orientador o guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Fomento de reflexiones para el desarrollo de un conocimiento conceptual profundo

#### *Humanismo*

Se busca una educación centrada totalmente en el alumno promoviendo un ambiente flexible y abierto capaz de ayudar a desarrollar la individualidad, el reconocimiento como seres humanos únicos y la potencialidad de cada uno de los alumnos. Es primordial señalar que no se debe buscar a manera de meta única algún tipo de resultados o conductas preestablecidas que se desarrollan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por el contrario, se compromete a enfatizar en las condiciones vivenciales y el contexto en el que los alumnos experimentarán dicho proceso.

Uno de los teóricos que aporta al paradigma humanista es Carl Rogers quien propone la “educación democrática centrada en la persona” la cual posee las siguientes características planteadas por Hernández (1998):

- El alumno es responsable y controla su aprendizaje
- Se deben crear condiciones favorables para que se genere un contexto educativo adecuado y de ésta manera el alumno pueda desarrollar sus capacidades a través de sus propias experiencias. La enseñanza es indirecta, solo se facilita el aprendizaje.
- Se adoptan perspectivas sobre lo intelectual, afectivo e interpersonal dentro de la educación
- El objetivo principal es formar alumnos con iniciativas y autodeterminación además de que puedan colaborar solidariamente con otros individuos semejantes sin perder su identidad individual.

### Descripción del Método

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

La investigación se ha realizado basándose en la revisión de literatura especializada relacionada con la enseñanza musical sin embargo ha sido complicado encontrar amplia información específica sobre pedagogía del piano. Se trata de un trabajo de enfoque cualitativo y comparativo utilizando la recopilación de la indagación bibliográfica de artículos, tesis y memorias de conferencias de diversos países en los que han obtenido panoramas convergentes con propuestas que atienden las necesidades de los nuevos paradigmas educativos.

### Resultados

A través del análisis de literatura especializada, se han encontrado los siguientes resultados que se presentan en forma comparativa entre el modelo tradicional y los nuevos paradigmas de enseñanza enfocados a la educación pianística. En la Tabla 1 se muestra primeramente la comparación entre los métodos de enseñanza que se llevan a cabo en la comparativa:

**Tabla 1- Comparativa Entre Modelo Tradicional y Nuevos Paradigmas Educativos**

Aspectos	Modelo Tradicional	Nuevos Paradigmas Educativos
<b>Métodos de Enseñanza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Basados en contenidos de programa (repertorio)</li> <li>-Enseñanza directiva</li> <li>-Aprendizaje memorístico</li> <li>-Mecanización de ejercicios</li> <li>-Centrado en la lecto-escritura</li> <li>-Se promueve el individualismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Basado en contenido programático (competencias musicales)</li> <li>-Enseñanza no directiva</li> <li>-Aprendizaje significativo</li> <li>-Promueve la memorización y aprendizaje cognitivo</li> <li>-Busca estrategias auditivas, corporales-kinestésicas y lectoras</li> <li>-Se promueve la improvisación y creación propia</li> <li>-Se busca el aprendizaje social</li> </ul>
<b>Profesor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Personaje central del proceso de enseñanza</li> <li>-Controlador y autoritario</li> <li>-Percibe el aprendizaje como algo mecánico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Orientador (dirige el aprendizaje)</li> <li>-Flexible</li> <li>-Estimula la individualidad</li> <li>-Fomenta actividades encaminadas al autoaprendizaje</li> </ul>
<b>Alumno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rol pasivo</li> <li>-Poco margen para pensar y elaborar conocimientos</li> <li>-Obtiene dependencia del profesor y el material escrito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rol activo (aprendizaje por descubrimiento)</li> <li>-Vive experiencias directas</li> <li>-Constructor de conocimiento</li> <li>-Autonomía</li> </ul>

Observando en la tabla anterior, las bases en los nuevos paradigmas permiten ampliar las opciones de enseñanza, no son tan estrictos y cerrados como el modelo tradicional, además de que permite el pleno desarrollo del alumno pudiendo adquirir de diversas formas el aprendizaje esperado.

El uso de estrategias auditivas y corporales-kinestésicas como las grabaciones o el fomento de la memorización para concentrarse en movimientos corporales, sensaciones físicas y/o auditivas, permiten focalizarse en competencias integrales que un pianista requiere como el peso del brazo y uso del pedal que no lograría plenamente si únicamente se centraran los conocimientos de forma verbal y escrita en una partitura.

### Comentarios Finales

El cambio de praxis educativa no solo demanda una investigación profunda sobre los elementos que se requieren en la enseñanza, si no también vivenciar la transformación. Es difícil transformar paradigmas tradicionales pues se tiene el supuesto de que es el método con el que los profesores aprendieron y por lo tanto es el mismo con el que enseñarán pero al adentrarse y conocer lo requerimientos del mundo actual pueden cambiar las perspectivas de

la pedagogía musical y así obtener resultados óptimos dentro de los aspectos básicos y complementarios que un pianista requiere.

### Recomendaciones

Como primera recomendación se plantea la modificación del quehacer docente, el cual debe estimular y fomentar el desarrollo y adquisición de estrategias de aprendizaje que permita a cada uno de los alumnos optimizar la ejecución del instrumento sin caer en la repetición y mecanización de los sonidos, más bien comprendiendo y dando sentido a lo que toca.

La flexibilidad es un punto considerable en el cambio de paradigmas educativos pues a través de ella, el profesor desarrolla propuestas que permitan la libertad e individualidad de cada alumno siempre y cuando se den las condiciones posibles y buscando alternativas que beneficien a todos.

Considerar las habilidades propias del alumno es esencial, pues en el modelo tradicional se busca una producción en serie de pianistas que sean formados de la misma manera en cambio buscar la enseñanza y el fomento de capacidades personales dará oportunidad de aprender de diversas formas exaltando lo que cada uno puede realizar sin frustrarse por no ser igual a los demás.

En conclusión, no existe modelo *bueno* o *malo* pues depende del enfoque y las estrategias que cada profesor aporte en su pedagogía, sin embargo, revisar diversos métodos permiten no solo formarse como un maestro integral sino también formar un alumno capaz de relucir sus dotes naturales permitiendo disfrutar e interpretar la música para piano en su origen artístico.

### Referencias

Aguerrondo, I. "El nuevo paradigma de la educación para el siglo". *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. 1999. Recuperado de [https://www.oei.es/historico/administracion/aguerrondo.htm#:~:text=Las%20bases%20de%20un%20nuevo.educaci%C3%B3n%20\(Aguerrondo%2C%201993\)](https://www.oei.es/historico/administracion/aguerrondo.htm#:~:text=Las%20bases%20de%20un%20nuevo.educaci%C3%B3n%20(Aguerrondo%2C%201993))

Bisquerra A. R. "Modelos de orientación a intervención psicopedagógica". *Praxis*. Barcelona. p. 551-555. 2003.

Hemsey de Gainza, V. "La educación musical entre dos siglos: del modelo metodológico a los nuevos paradigmas". Victoria-Buenos Aires: Universidad de San Andrés. 2003. Recuperado de <http://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/773/1/%5Bp%5d%5bW%5d%20DT10-Gainza.pdf>

Hemsey de Gainza, V. "La educación musical superior en Latinoamérica y Europa latina durante el siglo XX". *Doce Noras, Revista de Música*, vol. 3, no. 7. s. f. Recuperado de <https://www.latinoamerica-musica.net/ensenanza/hemsey/educacion.html>

Hernández, G. "Paradigmas en Psicología de la Educación". *Paidós*. México. 1998.

Hernández G. P. "Educación del pensamiento y las emociones. Psicología de la educación". *Narcea*. España. 2005.

Jorquera, M. C. "Modelos didácticos en la enseñanza musical: el caso de la escuela española". *Revista Musical Chilena*. Año LXIV. No. 214. Pp. 52-74. 2010. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/261359970\\_Modelos\\_didacticos\\_en\\_la\\_ensenanza\\_musical\\_el\\_caso\\_de\\_la\\_escuela\\_espanola](https://www.researchgate.net/publication/261359970_Modelos_didacticos_en_la_ensenanza_musical_el_caso_de_la_escuela_espanola)

López, R. "La investigación artística en los conservatorios del espacio educativo europeo. Discusiones, modelos y propuestas". *Cuadernos de Música Iberoamericana*. Vol. 25-26. pp. 213 – 231. 2013. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/153338147.pdf>

Rodríguez, J. "Una mirada a la pedagogía tradicional y humanista". *Presencia Universitaria*. Año 3. No. 5. pp.36 -45. 2013. Recuperado de [http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una\\_mirada\\_a\\_la\\_pedagog%C3%ADa\\_tradicional\\_y\\_humanista.pdf](http://eprints.uanl.mx/3681/1/Una_mirada_a_la_pedagog%C3%ADa_tradicional_y_humanista.pdf)

Woolfolk, A. "Psicología Educativa. Novena Edición". *Pearson*. México. 2006

### Notas Biográficas

La **Lic. En Música Shalom Zamar Yescas Chávez** realizó sus estudios en el Instituto de Artes de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, actualmente es estudiante de la Especialidad en Docencia dentro de la misma universidad. Trabaja como docente en el Área Académica de Exploración y Actividad Artística a nivel Bachillerato en la UAEH y también como profesora de piano en el Centro Cultural Regional de Real del Monte en el Estado de Hidalgo.

La **Dra. María Cruz Chong Barreiro** es profesora investigadora en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Su Doctorado es en Ciencias de la Educación expedido por la UAEH. Es integrante del Cuerpo Académico consolidado de Evaluación, Planeación y Desarrollo Curricular. Docente en programas de especialidad, maestría y doctorado en Ciencias de la Educación en el Padrón de Posgrados de Calidad de CONACYT.

El **Dr. Javier Moreno Tapia** es profesor investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Su Doctorado es en Tecnología Educativa por la Universidad de Barcelona. Es integrante del Cuerpo Académico consolidado de Evaluación, Planeación y Desarrollo Curricular. Docente en programas de especialidad, maestría y doctorado en Ciencias de la Educación en el Padrón de Posgrados de Calidad de CONACYT.

# Propuesta de aplicación de cómputo en paralelo basado en GPUs a la solución del problema de estimación de estado considerando mediciones PMU para redes de gran escala

M.C. Cindy Viridiana Zabala Oseguera<sup>1</sup> y Dr. Antonio Ramos Paz<sup>2</sup>,

**Resumen**—La utilización de las Unidades de Procesamiento Gráfico (GPUs) ha surgido como una alternativa para reducir el tiempo de ejecución de algoritmos en distintas áreas del conocimiento humano. En el campo de sistemas eléctricos, su utilización ha sido reportada en estudios donde se busca disminuir el tiempo de ejecución para obtener un mayor margen de tiempo en la toma de decisiones. En este trabajo se presenta una propuesta de paralelización para un algoritmo de solución del problema de estimación de estado que incluye las mediciones procedentes de las unidades de medición fasorial (PMU). Este esquema paralelo logra ser 5.74 veces más rápido que su contraparte secuencial. Para demostrar las ventajas de la paralelización propuesta, se utilizaron sistemas de prueba de 300, 500 y 1354 nodos. El algoritmo paralelo propuesto en este trabajo, adicionalmente representa una opción económica frente a la utilización de otro tipo de arquitecturas, como las computadoras multinúcleo.

**Palabras clave**—Sistemas eléctricos de potencia, estimación de estado, procesamiento en paralelo, unidades de medición fasorial, unidad de procesamiento gráfico.

## Introducción

La estimación de estado en los Sistemas Eléctricos de Potencia es un proceso que utiliza información del sistema tal como su topología y mediciones procedentes del Sistema de Supervisión y Control de Adquisición de Datos (SCADA) y de las Unidades de Medición Fasorial (PMUs) para estimar las magnitudes y ángulos de voltaje en cada nodo que conforma el mismo. La información obtenida del estudio de estimación de estado se utiliza como insumo para otros estudios tales como flujos óptimos de potencia, análisis de contingencias y estudios relacionados con la seguridad del sistema eléctrico (Raghuraman y Jegatheesan, 2011). Desde que fue propuesto por Schweppe en 1968, el algoritmo de estimación de estado ha tenido cambios y nuevas formulaciones con el fin de incluir dispositivos presentes en los sistemas actuales, tales como los dispositivos FACTS (Sistemas de Transmisión Flexible en Corriente Alterna).

La formulación propuesta por Schweppe se basaba en mínimos cuadrados ponderados, y ha sido ampliamente utilizada y reportada en diversos trabajos de investigación. La principal ventaja de esta formulación es que ofrece buenos resultados mientras que la desventaja más notoria es que para sistemas de gran escala el método consume un gran tiempo de cómputo. Para dar una solución a este problema se han utilizado herramientas como el procesamiento en paralelo basado en GPUs (Karimipour y Dinavahi, 2013) (Xia et al., 2017) o realizar cambios en la formulación para contrarrestar esta desventaja (Dobakhshari et al., 2019). Estas soluciones no consideran las mediciones de las unidades de medición fasorial y por lo tanto no se apegan a la realidad de la mayoría de los Sistemas Eléctricos de Potencia actuales.

En este trabajo se presenta una metodología de estimación de estado basada en GPUs que incluye las mediciones de las PMUs en una segunda etapa. La plataforma utilizada para la paralelización del algoritmo es CUDA. El método de estimación de estado utilizado en este trabajo está conformado por dos etapas, en la primera etapa se utilizan las mediciones SCADA y en la segunda etapa se realiza nuevamente el proceso con el resultado de la primera etapa y las mediciones PMU, esto permite mejorar la precisión del resultado final.

## Descripción del Método

### *Clasificación de los algoritmos de estimación de estado*

Existen cuatro categorías de estimación de estado según las cantidades a estimar, estas son: en estado estable, dinámico, transitorio, y calidad de la energía. La categoría en estado estable se divide a su vez en estático, de pronóstico

<sup>1</sup> M.C Cindy Viridiana Zabala Oseguera es egresada del programa de maestría en ciencias en ingeniería eléctrica de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. cindyzabalaoseguera@gmail.com.

<sup>2</sup> El Dr. Antonio Ramos Paz es Profesor Investigador de tiempo completo de la División de Estudios de Posgrado y de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. antonio.ramos@umich.mx.

y de seguimiento (Farzanehrafat y Watson, 2010). En este trabajo de investigación el estimador utilizado pertenece a la subcategoría de estimación de estado estática. El algoritmo de estimación estático procesa un conjunto de mediciones y da como resultado un vector de estado estimado compuesto por magnitudes y ángulos de voltaje nodal.

### Estimación de estado en dos etapas

En la Figura 1 se muestra el algoritmo utilizado en el desarrollo de este trabajo. El algoritmo comienza con la lectura de los datos del sistema y las mediciones SCADA, una vez que se cumple el criterio de que  $\max|\Delta x| < \varepsilon$ , donde  $\varepsilon$  es la tolerancia de convergencia establecida en la primera etapa y  $|\Delta x|$  representa el máximo incremento de una variable de estado. El vector de estados  $x_1$  y las mediciones PMU pasan como entrada a la segunda etapa de estimación, donde el proceso se lleva a cabo nuevamente y da como resultado el vector de estados  $x_2$ .

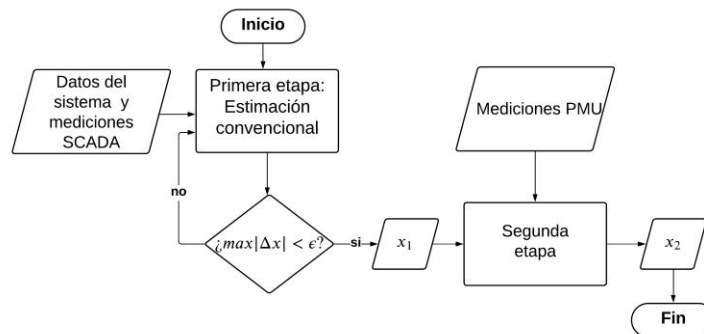


Figura 1. Algoritmo de estimación de estado de dos etapas

### Formulación matemática

#### Estimación de dos etapas

La formulación utilizada para el desarrollo de este trabajo se encuentra reportada en Tarali y Abur (2012). Una vez terminado el proceso de estimación convencional (primera etapa), el vector de estados  $x_1$  y las mediciones PMU son utilizados para realizar nuevamente el proceso de estimación. En la segunda etapa lo que se busca es mejorar el resultado obtenido de la estimación convencional a partir de la inclusión de mediciones PMU y la utilización de un cálculo lineal. El vector de mediciones en la segunda etapa se relaciona con los estados como se muestra en la ecuación (1).

$$[z_2] = [H_2]x + e \quad (1)$$

donde

$$[H_2] = \begin{bmatrix} & & I & \\ II & & & 0 \\ 0 & & II & \\ gA + gs & & -bA - bs & \\ bA + bs & & gA + gs & \end{bmatrix}$$

Donde  $II$  es la matriz de incidencia de voltajes,  $0$  representa la matriz nula,  $A$  es la matriz de incidencia de corriente,  $g$  es la matriz que contiene la parte real de la matriz de admitancia serie y  $b$  es la matriz que contiene la parte imaginaria del elemento de la matriz de admitancia serie.

El vector  $z_2$  está compuesto por la parte real e imaginaria del vector de estado estimado y de las mediciones procedentes de las PMUs. La variable  $Xest_{real}$  y  $Xest_{imag}$  contiene la parte real e imaginaria del vector de estados resultado de la primera etapa. En la ecuación (2) se muestra la estructura del vector de mediciones.



$$[z_2] = \begin{bmatrix} Xest_{real} \\ Xest_{imag} \\ Vpmu_{real} \\ Vpmu_{imag} \\ Ipmu_{real} \\ Ipmu_{imag} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Debido a que las mediciones de fasores de corriente y voltaje se encuentran en forma polar y los cálculos se realizan en forma rectangular es necesario transformar las mediciones PMU de polar a rectangular, así como su matriz de covarianza. La matriz de covarianza de las mediciones PMU se transforma a rectangular por medio de una matriz de rotación  $T$  como se muestra en la ecuación (3).

$$[R_{pmu}] = [T][R_p][T^T] \quad (3)$$

La matriz  $R_2$  de covarianza para la segunda etapa se forma a partir de la matriz de covarianza del vector estimado  $x_1$  resultante de la primera etapa y la matriz de covarianza en coordenadas rectangulares de las mediciones PMU utilizadas en la segunda etapa como se muestra en la ecuación (4).

$$[R_2] = \begin{bmatrix} Cov & 0 \\ 0 & R_{pmu} \end{bmatrix} \quad (4)$$

donde:

$$[Cov] = [H_1^T R_1^T H_1]^{-1} \quad (5)$$

Finalmente, el vector de estados  $x_2$  en coordenadas rectangulares se calcula utilizando la ecuación (6):

$$[x_2] = (H_2^T R_2^{-1} H_2)^{-1} H_2^T R_2^{-1} z_2 \quad (6)$$

### Ejemplo de aplicación

Para esta sección, se utiliza el sistema de prueba de 14 nodos del Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica (IEEE), el cual está conformado de 5 generadores y 11 cargas, como se representa en la Figura 2. En este ejemplo, se utilizan 41 mediciones SCADA para la primera etapa y para la segunda etapa se consideran 19 mediciones provenientes de 4 PMUs colocados en el sistema.

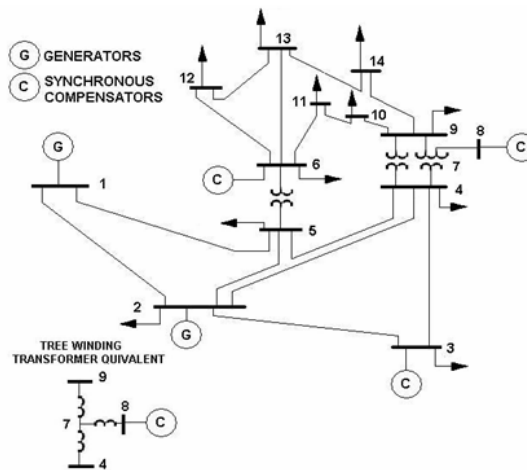


Figura 2. Sistema IEEE 14 nodos

En la Tabla 1 se muestra de forma comparativa los resultados obtenidos en cada etapa y el resultado obtenido en el estudio de flujos de potencia. Se observa que tanto en la magnitud de voltaje como en el ángulo los resultados obtenidos en la segunda etapa son más cercanos a los obtenidos en el estudio de flujos de potencia. Esto se debe a la

utilización de las mediciones PMU. Al ser mediciones que son obtenidas de forma directa, reducen el error y el resultado obtenido al final de la segunda etapa es más preciso.

Tabla 1. Comparación entre los resultados obtenidos en cada etapa y el estudio de flujos de potencia.

Nodo	Flujos de potencia		Primera etapa		Segunda etapa	
	V(p.u.)	Ángulo (grados)	V(p.u.)	Ángulo (grados)	V(p.u.)	Ángulo (grados)
1	1.0600	0.0000	1.0068	0.0000	1.0584	0.0000
2	1.0450	-4.9891	0.9899	-5.5265	1.0451	-5.0258
3	1.0100	-12.7492	0.9518	-14.2039	1.0046	-12.7546
4	1.0132	-10.2420	0.9579	-11.4146	1.0083	-10.2142
5	1.0166	-8.7601	0.9615	-9.7583	1.0118	-8.7264
6	1.0700	-14.4469	1.0185	-16.0798	1.0700	-14.4443
7	1.0457	-13.2368	0.9919	-14.7510	1.0457	-13.2372
8	1.0800	-13.2368	1.0287	-14.7500	1.0800	-13.2371
9	1.0305	-14.8201	0.9763	-16.5125	1.0305	-14.8206
10	1.0299	-15.0360	0.9758	-16.7476	1.0299	-15.0364
11	1.0461	-14.8581	0.9932	-16.5397	1.0461	-14.8553
12	1.0533	-15.2973	1.0009	-17.0203	1.0533	-15.2946
13	1.0466	-15.3313	0.9940	-17.0583	1.0466	-15.3285
14	1.0193	-16.0717	0.9647	-17.8967	1.0193	-16.0727

### Esquema de paralelización del método de estimación de dos etapas

En la Figura 3 se muestran los bloques de operaciones en cada etapa de estimador y se indica en donde se calcula cada bloque de operaciones.

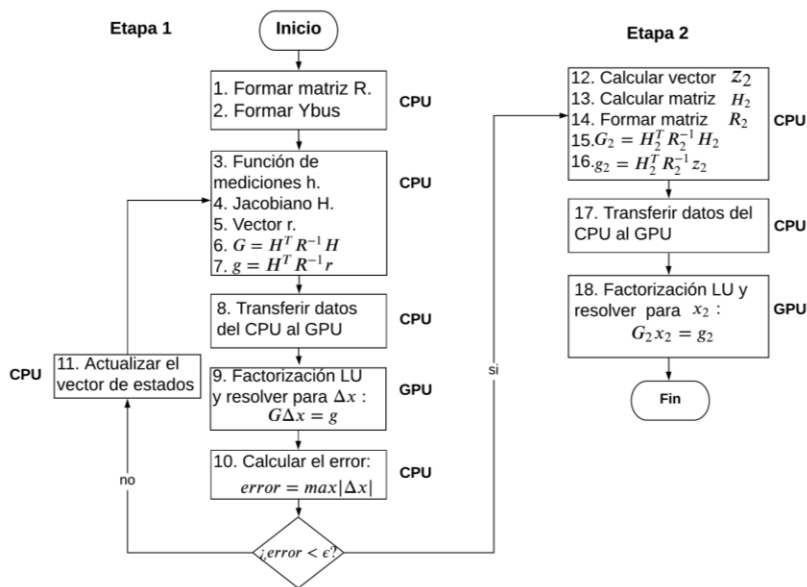


Figura 3. Bloques de operaciones realizadas tanto en la CPU como en la GPU

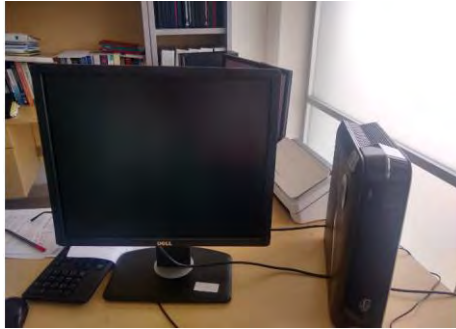
Tanto en la primera como en la segunda etapa se utilizan la factorización LU y la sustitución hacia delante y hacia atrás. En la primera etapa este bloque de operaciones se realiza para calcular  $\Delta x$  en cada iteración y en la segunda se realiza para encontrar los estados del vector  $x_2$ . En esta propuesta se eligió la factorización LU debido a los buenos resultados obtenidos en otras propuestas enfocadas a la paralelización del algoritmo de estimación de estado convencional además de tener ventajas como un almacenamiento compacto ya que las matrices L y U se pueden guardar en una matriz y su uso se recomienda en matrices dispersas (Poole, 2011). En la primera etapa, la factorización LU representa aproximadamente el 44 % y resolver el sistema de ecuaciones linealizado utilizando la sustitución hacia

delante y hacia atrás representa aproximadamente el 15% (Karimipour y Dinavahi, 2013). En la plataforma CUDA, la librería cuSOLVER tiene funciones para resolver sistemas  $Ax = b$  utilizando factorización LU y sustitución hacia delante y hacia atrás.

### Resumen de resultados

#### Descripción del equipo utilizado para las pruebas realizadas

Las pruebas del tiempo de ejecución se realizaron en una estación de trabajo Alienware utilizando el sistema operativo Ubuntu/Linux. El procesador del equipo es Intel core i5-3450 con una velocidad de proceso de 3GHz. En la Figura 4a se observa la estación de trabajo utilizada para la ejecución de los casos de estudio de esta sección.



a) Estación de trabajo

b) GPU GeForce GTX 660 OEM

Figura 4. Servidor utilizado para las pruebas de procesamiento en paralelo

La GPU utilizada en este trabajo se puede observar en la Figura 4b, es una tarjeta GeForce GTX 660 OEM de NVIDIA basada en el procesador de gráficos GK104. En la Tabla 2 se muestran sus principales características.

Tabla 2. Características de la GPU utilizada.

<b>Núcleos CUDA</b>	1152
<b>Ancho de banda de memoria</b>	134 GB/s
<b>Memoria</b>	2GB
<b>Rendimiento pico</b>	2.05 Tflops
<b>Precio aproximado</b>	\$1889 MXN

#### Descripción de los casos de estudio

Para validar el método propuesto en este trabajo se utilizaron sistemas de 300,500, y 1354 nodos. Las mediciones utilizadas se obtuvieron del estudio de flujos de potencia utilizando el programa MATPOWER. La tolerancia establecida para la primera etapa es  $1 \times 10^{-12}$ . La covarianza utilizada para las mediciones en cada etapa es  $1 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-6}$ , respectivamente. En la Tabla 3 se muestran el número de mediciones utilizadas para cada caso de estudio.

Tabla 3. Resumen de los casos de estudio

<b>Caso</b>	<b>Nodos</b>	<b>No. Mediciones Primera etapa</b>	<b>No. Mediciones Segunda Etapa</b>
1	300	1638	302
2	500	2338	692
3	1354	6842	1354

#### Aceleración

La aceleración es la mejora en el tiempo de ejecución de un programa que utiliza más de un procesador en comparación con su contraparte secuencial. La aceleración  $\psi$  de un programa de tamaño  $k$  utilizando  $p$  procesadores

se define como el cociente del tiempo de ejecución utilizando un procesador y el tiempo de ejecución utilizando  $p$  procesadores.

$$\psi(k, p) = \frac{T(k, 1)}{T(k, p)} \quad (7)$$

donde  $T(k, 1)$  es el tiempo de ejecución del algoritmo secuencial y  $T(k, p)$  es el tiempo correspondiente al algoritmo paralelo. Una aceleración mayor a 1 se considera favorable, ya que significa que el tiempo de ejecución fue optimizado con el uso de más de un procesador (Almeida et al., 2008).

En esta sección se muestra la aceleración para cada caso de estudio. En la Tabla 4 se muestran las aceleraciones para cada caso de estudio. La comparación se realizó entre el método propuesto y su contraparte secuencial utilizando como métrica la aceleración. En el bloque de operaciones que se realizan en la GPU se utilizan todos los núcleos, en el caso de la GPU utilizada en este trabajo son 1152 núcleos. Se observa que para el primer caso la aceleración obtenida es únicamente del 7.38% mientras que para el último caso el método logra ser aproximadamente 6 veces que su contraparte secuencial.

Tabla 4. Aceleración mostrada en cada caso.

Caso de Estudio	Nodos	Aceleración
1	300	1.0738
2	500	1.9900
3	1354	5.7400

## Comentarios Finales

### Conclusiones

En la actualidad los Sistemas Eléctricos de Potencia dependen tanto de mediciones PMU como mediciones SCADA para realizar el proceso de estimación de estado. Debido a los beneficios que se obtienen a partir de la presencia de las PMU y lo costoso que representaría depender únicamente de estas mediciones, se han reportado diversos algoritmos para incluir las mediciones PMU en el proceso de estimación. El algoritmo de estimación de estado de dos etapas es una forma de incluir mediciones PMU. Una de las ventajas del estimador de dos etapas es que no se necesita modificar la formulación tradicional y las mediciones se tratan de forma separada.

En este trabajo se presentó un algoritmo paralelo que además de apearse a la realidad actual de los Sistemas Eléctricos de Potencia, es una alternativa económica para reducir el tiempo en que se realiza el estudio de estimación de estado estático. La propuesta de paralelización se basó en la utilización de la plataforma CPU-GPU. Las operaciones más costosas se realizaron en la GPU mientras que los bloques restantes se realizaron en la CPU. A partir de esta propuesta, la aceleración más favorable se obtiene en el último caso de estudio, en consecuencia, el algoritmo obtendrá mejor aceleración conforme el tamaño del sistema aumenta.

## Referencias

- Raghuraman, S., & Jegatheesan, R. (2011, December). A survey on state estimation techniques in electrical power system. In 2011 International Conference on Recent Advancements in Electrical, Electronics and Control Engineering (pp. 199-205). IEEE.
- Dobakhshari, A. S., Azizi, S., Paolone, M., & Terzija, V. (2019). Ultra fast linear state estimation utilizing SCADA measurements. *IEEE Transactions on Power Systems*, 34(4), 2622-2631.
- Karimipour, H., & Dinavahi, V. (2013, September). Accelerated parallel WLS state estimation for large-scale power systems on GPU. In 2013 North American Power Symposium (NAPS) (pp. 1-6). IEEE.
- Xia, Y., Chen, Y., Ren, Z., Huang, S., Wang, M., & Lin, M. (2017, November). State estimation for large-scale power systems based on hybrid CPU-GPU platform. In 2017 IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2) (pp. 1-6). IEEE.
- Poole, D. (2011). *Álgebra lineal: una introducción moderna*. Cengage Learning Editores.
- Farzanehrfat, A., & Watson, N. R. (2010, December). Review of power quality state estimation. In 2010 20th Australasian Universities Power Engineering Conference (pp. 1-5). IEEE.
- Almeida, F., Giménez, D., Mantas, J. M., & Vidal, A. M. (2008). *Introducción a la programación paralela*. Thompson Paraninfo
- Tarali, A., & Abur, A. (2012, October). Bad data detection in two-stage state estimation using phasor measurements. In 2012 3rd IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT Europe) (pp. 1-8). IEEE.

# Recubrimiento vitrocerámico del sistema $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-MoO}_3$ sobre un sustrato de IN718

Manuela Alejandra Zalapa Garibay Dra.<sup>1</sup>, Dra. Christian Marisol Clemente Mirafuentes<sup>2</sup>,  
Dr. Simón Yobanny Reyes López<sup>3</sup>

**Resumen**— Los recubrimientos vitrocerámicos sobre aleaciones especiales otorgan propiedades como: refractariedad, aíslan térmicamente, resistencia a la erosión, oxidación y corrosión. En las turbinas de motores de gas modernos, los problemas de falla y deterioro son el resultado del ataque químico, choque térmico, erosión y diferencias en los coeficientes de expansión térmica entre el sustrato y el recubrimiento.

En el presente proyecto de investigación, se realiza el estudio de la evolución de fases cristalinas de la cordierita, mediante análisis térmicos, difracción de Rayos-X y microscopía electrónica de barrido, partiendo de un vidrio con composición química dentro del sistema  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-MoO}_3$ . Con el objetivo de elaborar un recubrimiento vitrocerámico sobre un sustrato de IN718 utilizando el método dip coating, con potenciales aplicaciones para altas temperaturas.

**Palabras clave**— Recubrimiento vitrocerámico, IN718, sistema  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-MoO}_3$

## Introducción

La industria de los materiales cerámicos, es una industria internacional muy grande con ventas que ascienden a alrededor de \$ 100 mil millones/año (Campbell 2017, Zarzycki 1982, Scholze 1988). La tecnología de los materiales cerámicos es una ciencia aplicada en rápido desarrollo en el mundo de hoy. Los avances tecnológicos son el resultado de descubrimientos inesperados de materiales. Por otro lado, la nueva tecnología puede impulsar el desarrollo de nuevos materiales cerámicos. Actualmente, se han diseñado muchos nuevos materiales para satisfacer las nuevas aplicaciones como es el caso de los materiales vitrocerámicos. Los materiales vitrocerámicos avanzados ofrecen numerosas mejoras en rendimiento, durabilidad, confiabilidad, dureza, alta resistencia mecánica a alta temperatura, rigidez, baja densidad, conductividad óptica, aislamiento y conductividad eléctrica, aislamiento y conductividad térmica, resistencia a la radiación, etc. Las tecnologías de los materiales vitrocerámicos se han utilizado ampliamente para aplicaciones aeronáuticas y aeroespaciales, piezas resistentes al desgaste, biocerámicas, óptica avanzada, etc. En la mayoría de estas aplicaciones, se han buscado materiales vitrocerámicos mejorados. Estas aplicaciones cambian drásticamente o afectan el entorno en el que vivimos.

Los recubrimientos vitrocerámicos sobre aleaciones especiales otorgan propiedades como: refractariedad, aíslan térmicamente, otorgan resistencia a la erosión, oxidación y corrosión. En las turbinas de motores de gas modernos, los problemas de falla y deterioro son el resultado del ataque químico, choque térmico, erosión y diferencias en los coeficientes de expansión térmica entre el sustrato y el recubrimiento. Existen cinco razones básicas por las que se deben usar recubrimientos para altas temperaturas, las cuales se mencionan a continuación (Huminik 1963): (i) Para controlar los fenómenos de oxidación, corrosión o difusión, (ii) para aumentar la resistencia a la erosión o abrasión (mecánica), (iii) para aplicaciones eléctricas como conductores o aislantes (eléctricos), (iv) para controlar la emisividad (radiación) y (v) para controlar la conductividad de la transferencia de calor (térmica).

La mayoría de los recubrimientos sirven para más de una de las funciones mencionadas anteriormente y el rendimiento global es siempre un compromiso. Para que un recubrimiento resista la oxidación a altas temperaturas, debe de contar con las siguientes características: (a) resistir la difusión del oxígeno y de los iones metálicos, (b) tener una baja presión de vapor a la temperatura de operación, (c) tener un punto de fusión superior a la temperatura de operación, (d) tener una baja reactividad con el sustrato, y (e) tener baja reactividad con el ambiente a alta temperatura. Existen dos tipos básicos de recubrimientos: recubrimientos cerámicos (Donald 1993) y recubrimientos de difusión (Chatterji 1976), los cuales son comúnmente utilizados en las turbinas de gas para proveer mejor resistencia a la corrosión y extender la vida útil de los componentes (Biswas 1986).

<sup>1</sup> Manuela Alejandra Zalapa Garibay Dra., es Profesora en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [manuela.zalapa@uacj.mx](mailto:manuela.zalapa@uacj.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Christian Marisol Clemente Mirafuentes, es Profesora en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [christian.clemente@uacj.mx](mailto:christian.clemente@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Simón Yobanny Reyes López es Profesor en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, [simon.reyes@uacj.mx](mailto:simon.reyes@uacj.mx)

Los recubrimientos vitrocerámicos basados en los sistemas  $MgO-Al_2O_3-TiO_2$  y  $ZnO-Al_2O_3-SiO_2$  han sido desarrollados como TBC's para componentes de motores de turbina de gas por Datta y Das (Datta 2005). Los recubrimientos se depositaron sobre sustratos de aleación nimonic, utilizando la técnica de esmaltado vítreo. El recubrimiento de vidrio basado en el sistema de  $MgO-Al_2O_3-TiO_2$  se aplicó sobre un sustrato de aleación de nimonic por esprayado de la frita en suspensión, secado, y después se sometió a un proceso de quemado a aproximadamente  $1160^\circ C$  durante 5-6 min. Además, el recubrimiento de vidrio se trató térmicamente durante 1 hora a  $880^\circ C$ , seguido de 1 h a  $1020^\circ C$  para desarrollar cristales tales como titanato de aluminio-magnesio como fase principal junto con silicato de magnesio y titanato de aluminio como fases de menor importancia en la matriz de vidrio. Se encontró que la resistencia al choque térmico de la capa de vitrocerámico resistió más de 10 ciclos, llevándolo a una temperatura de  $750^\circ C$  e inmediatamente enfriado en agua fría. No se observó ningún desprendimiento o defecto de astillamiento. Se observó un ligero aumento de peso durante la prueba de estabilidad térmica a  $1000^\circ C$  durante 100 h. Sin embargo, la temperatura de funcionamiento de este recubrimiento está limitada a  $750^\circ C$ . Los recubrimientos de materiales vitrocerámicos en base al sistema  $SiO_2-ZnO-Al_2O_3$  pueden operar temperaturas de trabajo altas de hasta  $1000^\circ C$ . Este tipo de recubrimiento de vidrio se aplicó sobre una aleación de nimonic a través del proceso de esprayado de una capa de vidrio en suspensión, secado y cocción a  $1200^\circ C$  durante 5-6 min. El recubrimiento de vidrio posteriormente se trató térmicamente a  $1000^\circ C$  durante 1h para desarrollar fases cristalinas como gahnite, willemite y cristobalita. El choque térmico a  $1000^\circ C$  durante 10 ciclos no mostró astillado. Durante la prueba de estabilidad térmica a  $1000^\circ C$  durante 100 h, se observó un aumento de peso despreciable (Datta 2005).

### Descripción del Método

#### Material

Los materiales utilizados para la elaboración del recubrimiento son: polvo de vidrio cristalizante ( $45SiO_2-10MgO-22.5Al_2O_3-22.5MoO_3$ ) y la aleación IN718 (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química Inconel 718 (Farnia Group)

Elem.	Ni	Co	Cr	Mo	Fe	Si	Mn	C	Al	Ti	Cu	P	B	S	Nb+Ta
% wt.	50-55	1	17-21	2.8-3.3	17	0.35	0.35	0.08	0.60	0.9	0.3	0.015	0.006	0.015	4.75-5.5

#### Métodos

En primer lugar, se preparó el polvo de vidrio cristalizante, se pesaron los óxidos y se homogenizaron utilizando un molino de bolas marca RESTCH PM400 con movimiento planetario, utilizando una velocidad de 300 rpm y un tiempo de dos horas, posteriormente se fundió la mezcla utilizando un horno MTI 1700X, a una temperatura de  $1600^\circ C$  y un tiempo de permanencia de 2 horas con una velocidad de calentamiento de  $7^\circ C/min$ , y el enfriamiento en agua para evitar la cristalización de la muestra. Una vez obtenida la frita se sometió a un proceso de molienda, utilizando el molino Marca RESTCH PM 400, se utilizó una velocidad de 350 rpm por un tiempo de 2 horas. Posteriormente se preparó una suspensión mezclando el polvo de vidrio cristalizante, agua y silicato de sodio como dispersante, para la elaboración del recubrimiento mediante el método de dip coating. Finalmente, el recubrimiento obtenido se sometió a un tratamiento térmico a  $1200^\circ C$  por dos horas en el horno MTI 1700X.

El estudio composicional y estructural del recubrimiento se llevó a cabo mediante las siguientes técnicas, TGA y DSC, usando un equipo de marca TA Instruments Q600, con el que se determinó la secuencia de descomposición térmica en una atmósfera de aire, en un rango de temperatura de  $100^\circ C$  a  $1400^\circ C$ , utilizando una rampa de calentamiento de  $10^\circ C/min$ . La evolución de las fases cristalinas en función de la temperatura se determinó mediante difracción de rayos-X utilizando un difractómetro de Rayos-X marca Panalytical Empyrean con fuente de rayos-X de Cu ( $K\alpha = 1.5405 \text{ \AA}$ ). Finalmente, para la caracterización mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), se utilizó un microscopio Nova nanoSEM 200 FEI de alta resolución.

### Comentarios Finales

A continuación, se presentan los resultados y discusión, posteriormente se comentan las conclusiones y finalmente algunas recomendaciones hechas por los autores.

#### Resumen de resultados

En la Figura 1, se observan los resultados de los análisis térmicos del polvo de vidrio cristalizante obtenido, en la Figura 1 a) se observa el análisis termo gravimétrico, donde se presenta una pérdida de peso de aproximadamente del 0.7% en un rango de temperatura de 25 a 600°C, el cual se le atribuye a la pérdida de humedad, en el rango de temperatura de 930°C a 1040°C se observa una pérdida de peso de aproximadamente 0.4% la que relaciona con la evaporación del MoO<sub>3</sub>, De 1040°C a 1210°C se pierde el 3.6 % en peso debido a la formación parcial y evaporación de vidrio, de 1210 °C a 1400°C se pierde aproximadamente el 4% en peso debido a la pérdida de vidrio.

En la Figura 1 b), se observa un pico endotérmico a 220°C debido a la pérdida de humedad, a 930°C se observa un pico exotérmico que corresponde a la cristalización de la cordierita, a 1050°C se observa un pico endotérmico que corresponde a la fusión parcial del vidrio, a 1070°C se observa un pico exotérmico que corresponde a la cristalización de fases secundarias como el cuarzo, cristobalita y el molibdato de magnesio.

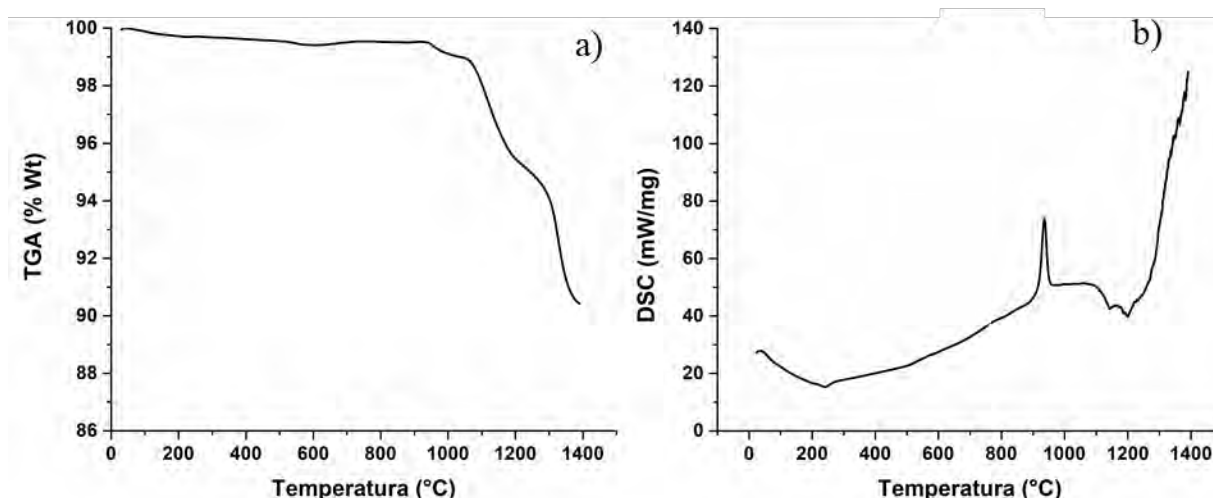


Figura 1. Análisis térmicos del polvo de vidrio cristalizante, a) TGA, b) DSC.

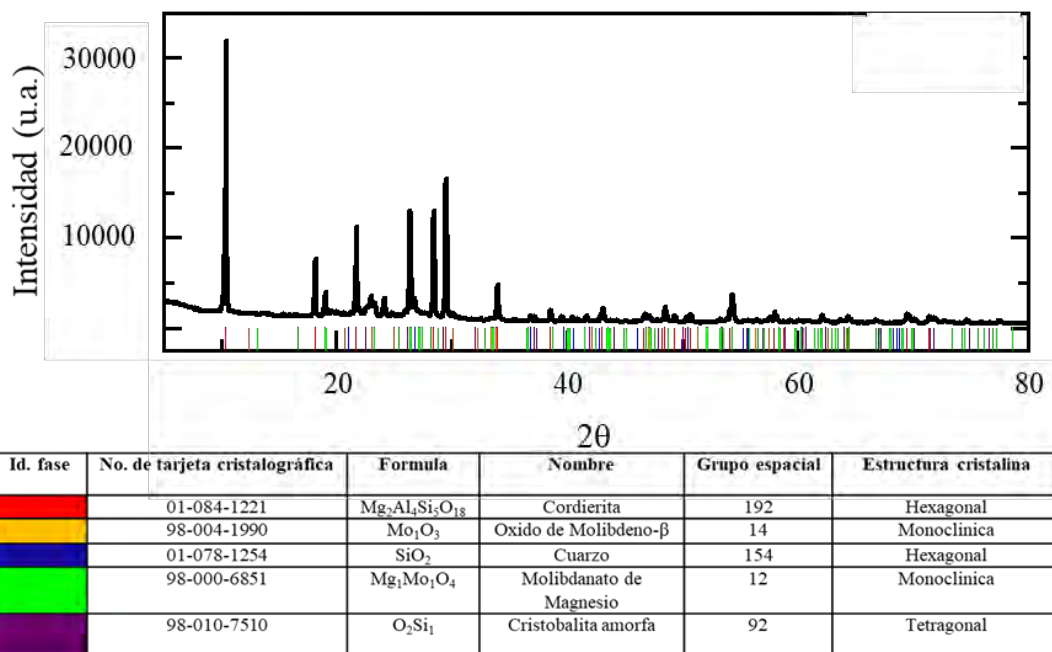


Figura 2. Difracción de Rayos X e identificación de las fases cristalinas del polvo de vidrio cristalizante

En la Figura 2, se reportan los resultados de Difracción de Rayos X del recubrimiento, se identifica a la cordierita como fase cristalina principal debido a que las intensidades de las reflexiones correspondiente a la carta cristalográfica

identificada con el número 01-084-1221 de la base de datos ICCD, presentan mayor intensidad que el resto de las reflexiones, también se logra identificar a las fases secundarias como la cristobalita, cuarzo y molibdato de magnesio como se muestra en el difractograma.

Los resultados de los análisis de Microscopia Electrónica de Barrido se muestran en la Figura 3, en la Figura 3 a) se observa la apariencia del recubrimiento depositado por la técnica dip coating, antes del tratamiento térmico, en la Figura 3 b) se observa el recubrimiento depositado sobre el sustrato después de aplicarle un tratamiento térmico a 1200°C por 2 horas, en la Figura 3 c) se presenta una imagen obtenida en microscopio estereográfico, donde se puede observar la interfase sustrato-recubrimiento, se identifican 4 zonas desde el sustrato hacia el recubrimiento, la Zona 1 está situada completamente sobre el sustrato, en la Figura 3 d) se puede observar la Zona 2 que corresponde al inicio de la interfase sustrato-recubrimiento donde se observa el inicio de la formación del recubrimiento vitrocerámico que se puede identificar por crecimiento de cristales cerámicos, en la Zona 3 se observan cristales de cordierita, esto se puede respaldar con el estudio realizado por Zalapa et. al. [11], donde utilizan NiO<sub>2</sub> como nucleante para promover la cristalización de la cordierita hexagonal, en este caso el Níquel del sustrato funciona como nucleante para la cristalización de la cordierita, la Zona 4 se observan cristales de cordierita en una matriz de vidrio.

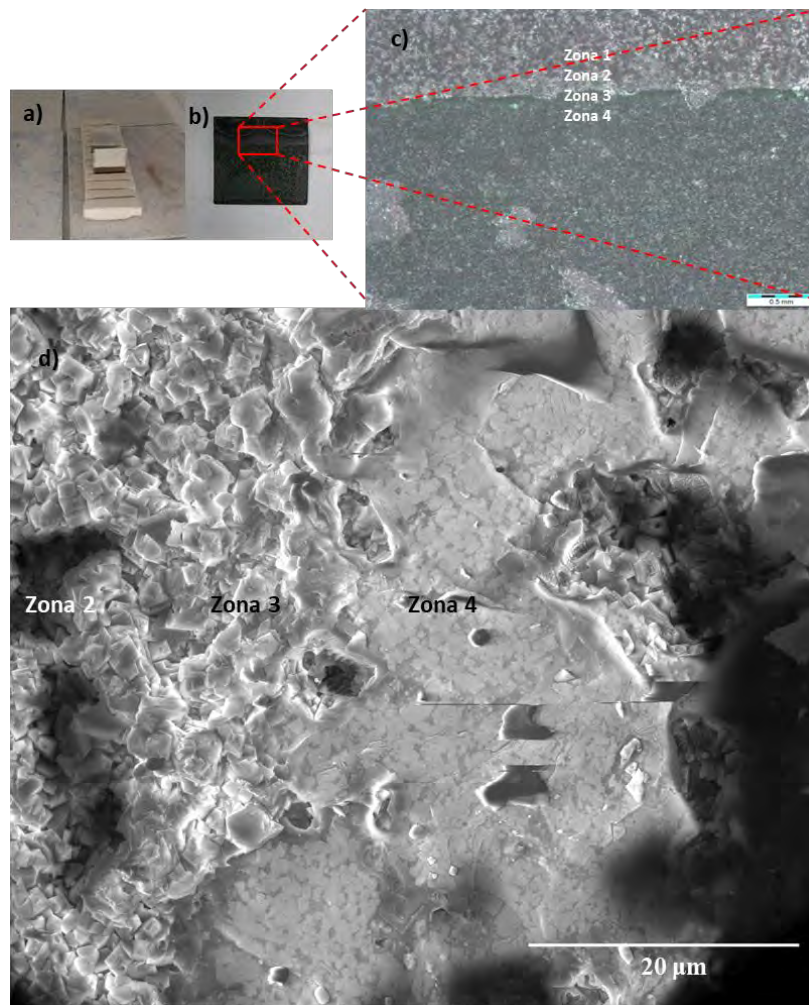


Figura 3. Recubrimiento depositado sobre IN718 con la técnica de dip coating, a) Recubrimiento antes del tratamiento térmico, b) Recubrimiento después del tratamiento térmico, c) Interfase recubrimiento-sustrato, Zona 1 corresponde al sustrato (IN718), Zona 2 corresponde al inicio de la interfase sustrato-recubrimiento, Zona 3 corresponde a la zona inicial del recubrimiento y la Zona 4 corresponde al área del recubrimiento, las imágenes de cada zona se obtuvieron por MEB.

### Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:



La combinación de los resultados de los análisis térmicos y difracción de Rayos X demuestran que la temperatura de cristalización de la cordierita es menor a 1200°C.

Los análisis de MEB demuestran que el recubrimiento se adhirió al sustrato, en la Figura 3 d) se observa el material vitrocerámico compuesto de cristales de cordierita en una matriz vítrea.

Finalmente podemos concluir que el recubrimiento vitrocerámico se formó y que el alto contenido de Níquel que está presente en el sustrato se favoreció la cristalización de la cordierita dentro de una matriz vítrea, además de favorecer la adherencia del recubrimiento al sustrato.

### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en buscar métodos de depósito alternos y el uso de un horno con atmósfera controlada para evitar la oxidación del sustrato.

### **Referencias**

- Biswas K. K. Datta S. Das S. K. Ghose M. C., Mazumdar A and Roy N., *Tras. Ind. Ceram. Soc.* 4543, (1986)
- Campbell, J., Opportunities for ceramic industry, *British Ceramic Transactions*, 96 (6) (1997), pp. 237-246
- Chatterji D., DeVibries R. C. And Romeo G., Protection of super alloys for turbine application, in *Advances in corrosion science and technology* (eds) M. G. Fontana and R. W. Staehle (New York: plenum press) Vol. 6, 1-87, (1976).
- Farinia Group, Why Choosing Inconel 718 for Aerospace Additive Manufacturing, <http://www.farinia.com/additive-manufacturing/3d-materials/inconel-718-aerospace-additive-manufacturing>
- Datta S, Das S., A new high temperature resistant glass-ceramic coating developed in CGCRI, Kolkata. *Transactions of the Indian Ceramic Society.* 2005; 64: 25-32.
- Donald I. W., Preparation, properties and chemistry of glass- and glass-ceramic-to-metal seals and coatings, *J. Mater. Sci.* 28 2841, (1993).
- Huminik JJr, High temperature inorganic coatings (New York: Reinhold Publishing Corporation), 68-69, (1963).
- Scholze, H., *Glas – Natur, Struktur und Eigenschaften*, 3. Aufl., Springer, Berlin, 1988, pp. 3–5 (Engl. transl.: *Glass – Nature, Structure and Properties*, Springer, Berlin 1991).
- Zalapa G., M. A., Torres T., D., Morquecho A., A. M. and Reyes L., S. Y., Effect of NiO and MoO<sub>3</sub> addition on the crystallinity and mechanical properties of  $\alpha$ -cordierite and  $\beta$ -cordierite in the MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> system, *Results in Physics*. Volume 13, June 2019.
- Zarzycki, J., *Les Verres et l'Etat Vitreux*, Masson, Paris, (1982), pp. 1–8 (Engl. transl.: *Glasses and the vitreous state*, University Press, Cambridge, 1991).

# Obtención de cordierita hexagonal mediante el método de sinterización, partiendo de polvo de vidrio cristalizante y de óxidos comerciales

Manuela Alejandra Zalapa Garibay Dra.<sup>1</sup>, Dra. Christian Marisol Clemente Mirafuentes<sup>2</sup>,  
Dr. Simón Yobanny Reyes López<sup>3</sup>

**Resumen**— La cordierita se usa como material refractario para la conformación de elementos de calentamiento utilizados en la fabricación de equipos de calefacción, hornos, intercambiadores de calor, resistencias, fusibles, entre otros. En el campo de la electrónica este material se emplea como sustrato para tarjetas de circuitos integrados y módulos electrónicos, absorbente de microondas y ondas electromagnéticas, asimismo como aislante en electrónica de alta frecuencia.

En el presente proyecto de investigación, se realiza el estudio de la evolución de fases cristalinas de la cordierita hexagonal, mediante análisis térmicos, difracción de Rayos-X y microscopía electrónica de barrido, las muestras se obtienen mediante sinterización partiendo de dos materias primas, polvo de vidrio cristalizante y mezcla de óxidos comerciales ambos con composición química dentro del sistema MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub>-MoO<sub>3</sub>. Después de la caracterización se observa que en las muestras que se prepararon partiendo de polvo de vidrio cristalizante, se obtiene la cordierita a más baja temperatura.

**Palabras clave**— Cordierita, sinterización, polvo de vidrio cristalizante, sistema MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- SiO<sub>2</sub>-MoO<sub>3</sub>

## Introducción

La cordierita es un mineral que se presenta en la naturaleza en rocas metamórficas y graníticas ricas en aluminio; pero no se encuentra en concentraciones suficientemente importantes como para desarrollar grandes yacimientos minerales (Díaz 2007, El-Shobaky 2006). La cordierita presenta como fórmula global más aceptada 2MgO·2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5SiO<sub>2</sub>, con composición 13,8 % MgO, 34,8 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 51,4 % SiO<sub>2</sub> (Díaz 2007, Camerucci 1999, Hipediger 1999). La cordierita natural no es pura en magnesio, presenta cationes de Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Si<sup>4+</sup> sustituidos o insertados en la estructura (El-Shobaky 2006, Camerucci 1999, Hipediger 1999, Radwan 2004). Los minerales naturales de cordierita son muy escasos en forma natural y tienen altos porcentajes de hierro, razón por la cual no son usados para la fabricación de cerámicos (Camerucci 1999, Hipediger 1999).

La cordierita es un aluminosilicato de magnesio estable dentro del sistema ternario MgO - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - SiO<sub>2</sub>, su cristalización ocurre en una zona reducida del diagrama de fases como se muestra en la Figura 1.

La zona de estabilidad de la cordierita está comprendida entre cinco puntos eutécticos (Galindo 1994) cuyas temperaturas varían entre 1355°C y 1440°C. La cordierita exhibe tres formas de polimorfismo ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\mu$  - cordierita) (El-Shobaky 2006, Hipediger 1999, Radwan 2004); La cordierita hexagonal o  $\alpha$ - cordierita es estable entre 1450°C y 1460°C, este polimorfo también es llamado cordierita de alta temperatura o indialita. La cordierita ortorrómbica o  $\beta$  - cordierita es estable por debajo de 1450°C, también es denominada cordierita de baja temperatura. La forma metaestable o  $\mu$  - cordierita es una fase difícil de obtener y requiere de muchas horas para su cristalización la cual se da entre 800 y 900°C (Díaz 2007).

Un esquema estructural del polimorfo más estable ( $\alpha$ -cordierita) se muestra en la Figura 2. En la proyección según el eje "c", que son coincidentes en las fases  $\alpha$  y  $\beta$  (Figura 2 a)), se aprecia que la estructura se puede describir como láminas formadas por anillos de seis tetraedros (tetraedros T2) unidos por octaedros (Oc) y otros tetraedros distorsionados (T1). En la representación perpendicular a ésta se aprecia la secuencia de apilamiento con láminas de T2, que alternan con otras formadas por T1 y Oc (Figura 2 b)). En la Figura 2 a) se ha representado la celda unitaria hexagonal, que corresponde a una distribución Si/Al desordenada en la que existen 9 posiciones tetraédricas, 3T1 y 6T2, que están ocupadas de la siguiente forma: T1 contiene 2Al y 1Si distribuidos de forma aleatoria, T2 contiene 2Al y 4Si con igual distribución. La transición hexagonal a ortorrómbica tiene lugar cuando se produce el ordenamiento de la distribución Si/Al de forma que en la posición T2 se da una alternancia en los anillos del tipo Si Al-Si-Al-Si-Al y en la posición T1 los cationes respetan la no formación de enlace de tipo Al-O-Al, y en consecuencia desaparece el eje de simetría "6". En los huecos octaédricos podemos encontrar átomos de Mg (Sánchez 2007).

<sup>1</sup> Manuela Alejandra Zalapa Garibay Dra., es Profesora en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [manuela.zalapa@uacj.mx](mailto:manuela.zalapa@uacj.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Christian Marisol Clemente Mirafuentes, es Profesora en el Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua. [christian.clemente@uacj.mx](mailto:christian.clemente@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Simón Yobanny Reyes López es Profesor en el Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, [simon.reyes@uacj.mx](mailto:simon.reyes@uacj.mx)

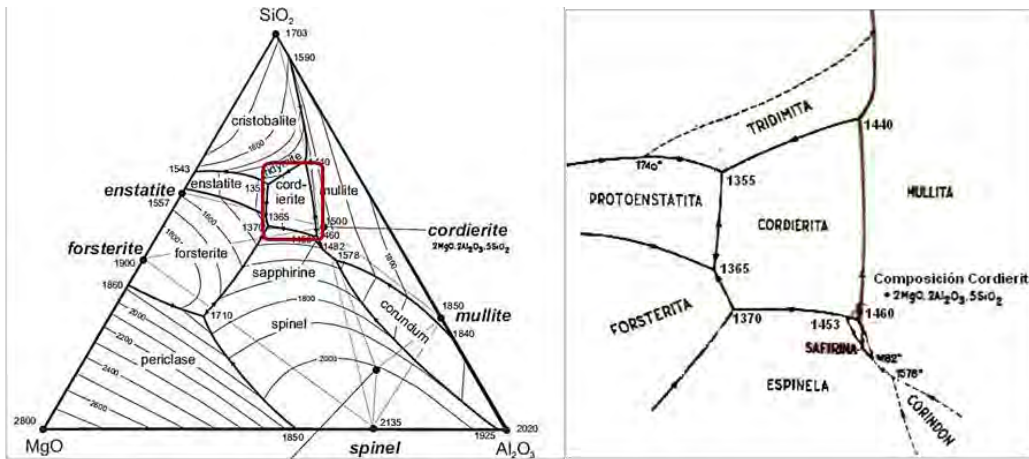


Figura 1. La  $\alpha$ - cordierita se obtiene por reacción en estado sólido entre 950°C y 1460°C. Por encima de 1460°C la cordierita presenta un proceso de fusión incongruente ya que se da la aparición de la mullita en estado sólido. Los otros dos polimorfos ( $\beta$  y  $\mu$ ), son mucho menos comunes y se pueden preparar sólo bajo condiciones especiales. La  $\beta$  – cordierita es la forma estable a baja temperatura, siendo la temperatura de inversión de  $\beta$ - cordierita a  $\alpha$ - cordierita 830°C. La  $\mu$ -cordierita es metaestable y se forma por la lenta cristalización del vidrio alrededor de los 900°C (Hipediger 1999).

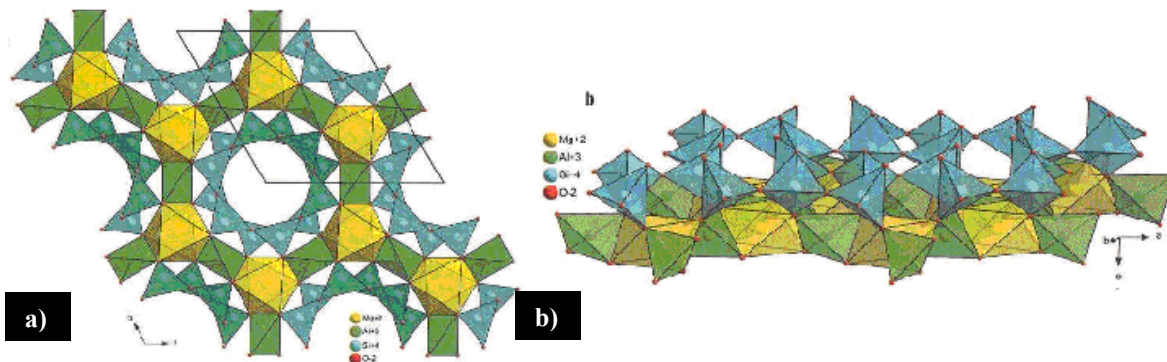


Figura 2. Esquema estructural simplificado de la cordierita. a) Representación de la estructura hexagonal con la celda unitaria donde se aprecia la existencia de dos tipos de tetraedros T1 en verde forman los anillos de seis unidades, los tetraedros T2 en azul que están aislados pero que junto a los octaedros Oc en amarillo hacen la unión de los anillos; b) Se representa las láminas de tetraedros T2, los tetraedros T1 y octaedros Oc en diferentes niveles (Sánchez 2007).

La cordierita posee valiosas propiedades y de gran atractivo comercial, en forma general la cordierita presenta bajo coeficiente de expansión, alta resistencia al choque térmico, alta refractariedad y estabilidad química, baja conductividad térmica y constante dieléctrica y buenas propiedades mecánicas (Díaz 2007, El-Shobaky 2006). En vista de las propiedades que exhibe de forma individual y como material compuesto, la cordierita se utiliza en la fabricación de refractarios, aislantes, filtros, soportes catalíticos, pigmentos, esmaltes, materiales resistentes a la corrosión, entre otros (Moon 2003).

### Descripción del Método

#### Materiales

Los materiales utilizados para la elaboración del recubrimiento son: mezcla de óxidos comerciales con la composición 45SiO<sub>2</sub>-10MgO-22.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-22.5MoO<sub>3</sub> (% wt.), el polvo de vidrio cristalizante se fabricó partiendo de la composición anterior.

#### Métodos

En primer lugar, se prepararon muestras en forma de pastillas, partiendo de una mezcla de óxidos, todos los óxidos del proveedor Sigma Aldrich. La relación de los óxidos utilizada para la preparación de las pastillas es 45SiO<sub>2</sub>-

10MgO-22.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-22.5MoO<sub>3</sub> (% wt.). Como primer paso, los polvos se mezclaron utilizando un molino de aleación mecánica con un medio de molienda de bolas de zirconia con movimiento planetario marca Restch, modelo PM 400 utilizando una velocidad de 350 rpm durante un tiempo de 3 h, con el objetivo de obtener una mezcla homogenizada. Posteriormente, las pastillas se obtuvieron mediante el uso de una prensa hidráulica uniaxial marca MTI con una capacidad de 20 Ton, se utilizó una presión de 2 Ton por 1 minuto. En seguida las muestras obtenidas en forma de pastillas de 1.2 cm de diámetro y 4 mm de espesor se sometieron a un tratamiento térmico utilizando una estufa de secado Thermo scientific HERATHERM. El tratamiento se llevó a cabo utilizando una temperatura de 80°C durante un período de 2 h, posteriormente las muestras se sinterizaron a 1100°C, 1200°C, 1300°C y 1400°C, utilizando un horno de resistencias convencional marca MTI 1700X, y tiempo de permanencia de 2 h, usando una velocidad de calentamiento de 10 °C/min, y una velocidad de enfriamiento de 10 °C/min.

Posteriormente se preparó el polvo de vidrio cristalizante, se pesaron los óxidos utilizando la composición 45SiO<sub>2</sub>-10MgO-22.5Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-22.5MoO<sub>3</sub> (% wt.). y se homogenizaron utilizando un molino de bolas marca RESTCH PM400 con movimiento planetario, utilizando una velocidad de 300 rpm y un tiempo de dos horas, posteriormente se fundió la mezcla utilizando un horno MTI 1700X, y un crisol de platino a una temperatura de 1600 °C y un tiempo de permanencia de 2 horas con una velocidad de calentamiento de 7 °C/min, y el enfriamiento en agua para evitar la cristalización de la muestra. Una vez obtenida la frita se sometió a un proceso de molienda, utilizando el molino Marca RESTCH PM 400, se utilizó una velocidad de 350 rpm por un tiempo de 2 horas.

En tercer lugar, se prepararon muestras en forma de pastilla partiendo del polvo de vidrio cristalizante obtenido anteriormente, las pastillas se obtuvieron siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para la fabricación de pastillas de óxidos.

El estudio composicional y estructural del recubrimiento se llevó a cabo mediante las siguientes técnicas, TGA y DSC, usando un equipo de marca TA Instruments Q600, con el que se determinó la secuencia de descomposición térmica en una atmósfera de aire, en un rango de temperatura de 100°C a 1400°C, utilizando una rampa de calentamiento de 10 °C/min. La evolución de las fases cristalinas en función de la temperatura se determinó mediante difracción de rayos-X utilizando un difractómetro de Rayos-X marca Panalytical Empyrean con fuente de rayos-X de Cu (K $\alpha$  = 1.5405 Å). Finalmente, para la caracterización mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), se utilizó un microscopio Nova nanoSEM 200 FEI de alta resolución.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

En la Figura 3 a) se observan los resultados de los análisis térmicos de la mezcla de óxidos, en esta prueba no es posible identificar estructuralmente ningún material dado que la técnica está definida para identificar cambios energéticos para el caso de DSC, y pérdidas de peso para el TGA, en el DSC los picos en 1200°C y 1240°C son atribuidos a las etapas de cristalización, y la caída hasta 1500°C podría corresponder a una aproximación al punto de fusión. En el TGA hay una pérdida de peso de aproximadamente 22%, que podría corresponder a la evaporación del MoO<sub>3</sub> que funciona como fundente, la pérdida de peso en el rango de temperatura de 25 a 600°C se le atribuye a la pérdida de humedad.

En la figura 3 b), se reportan los resultados de los análisis térmicos de los polvos de vidrio cristalizante, en aproximadamente 990°C se ubica un pico exotérmico que se le puede atribuir a la cristalización de la cordierita, además se identifican dos picos a 1185°C y 1230°C son atribuidos a las etapas de cristalización, y el pico exotérmico a 1467°C corresponde a la fusión parcial del vidrio. En el TGA a 1400°C hay una pérdida de peso de aproximadamente 8% que corresponde a la descomposición de la muestra, principalmente a la evaporación del MoO<sub>3</sub> antes de llegar al punto de fusión que corresponde al aumento de peso que se presenta de 1375°C a 1470°C aproximadamente.

En la Figura 4, se reportan los resultados de Difracción de Rayos X, en la Figura 4 a) se observa la evolución térmica de la mezcla de óxidos en un rango de temperatura de 1100°C a 1400°C, se identifican dos fases cristalinas principalmente, el molibdato de magnesio a 1100 °C y la cordierita a partir de 1200°C, en la Figura 4 b) se observa la evolución térmica del polvo de vidrio cristalizante en un rango de temperatura de 1100°C a 1400°C, se identifican dos fases cristalinas principalmente, la  $\alpha$ -cordierita y la  $\beta$ - cordierita de 1100°C a 1400°C, con base a los resultados de DRX se puede observar que la muestra que se preparó con la mezcla de óxidos presenta una temperatura de formación de la cordierita de 1200°C, en el caso de la muestra se preparó con el polvo de vidrio cristalizante la cordierita está presente desde 1100°C, se puede agregar que la intensidad de las reflexiones principales de la  $\alpha$ -cordierita que son las que se encuentran en 10.6° son mayores a las reflexiones que se presentan en la muestra que se preparó con la mezcla de óxidos.

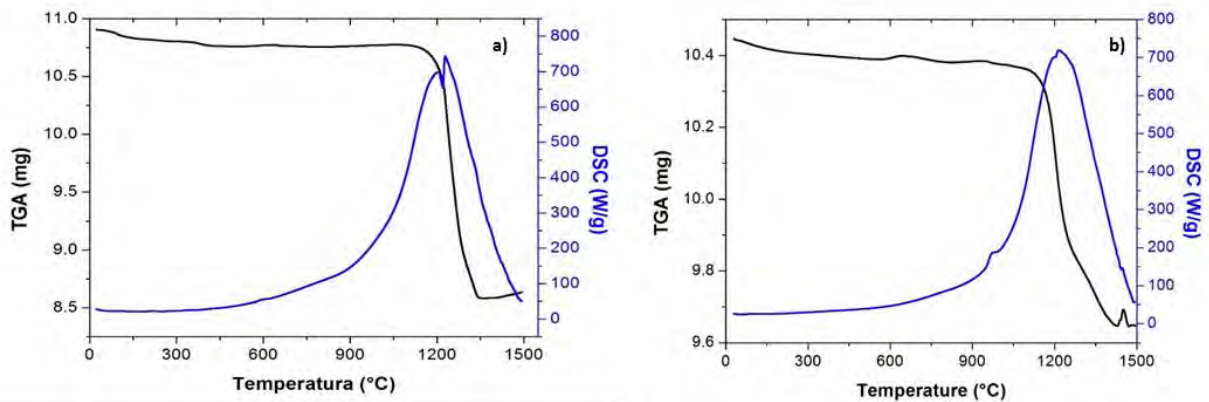


Figura 3. Análisis térmicos del polvo de vidrio cristalizante, a) TGA y DSC mezcla de óxidos, b) TGA y DSC de polvo de vidrio cristalizante.

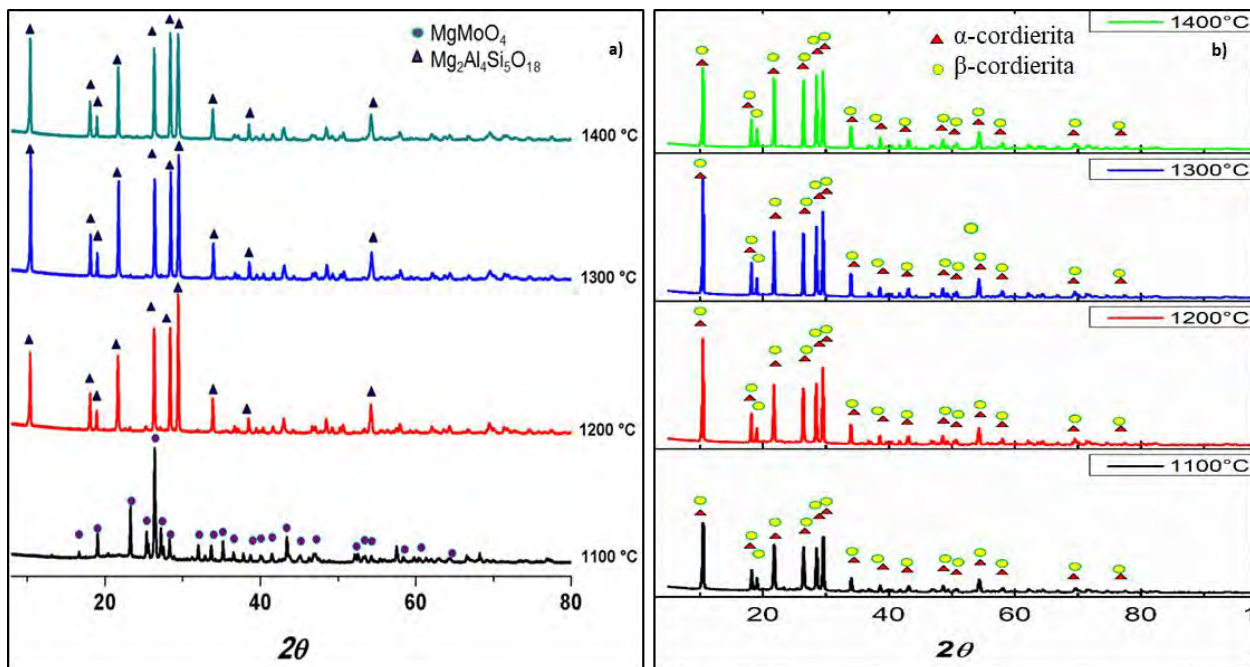


Figura 4. Evolución cristalina en un arando de temperatura de 1100°C a 1400°C, a) muestra preparada a partir de una mezcla de óxidos comerciales, b) muestra preparada a partir de polvo de vidrio cristalizante.

Los resultados de los análisis de Microscopía Electrónica de Barrido se muestran en la Figura 5, en la Figura 5 a) se observa una micrografía de la apariencia superficial de la muestra que se preparó con óxidos comerciales, donde sobresale un hexágono característico de la  $\alpha$ -cordierita, sin embargo, es evidente el gran tamaño de los cristales formados. en la Figura 5 b) se observa una micrografía de la apariencia superficial de la muestra que se preparó con polvo de vidrio cristalizante, en este caso se observan los pequeños cristales de cordierita dentro de una matriz vítrea, se consideran pequeños en comparación a los que se obtienen en la muestra preparada con óxidos.

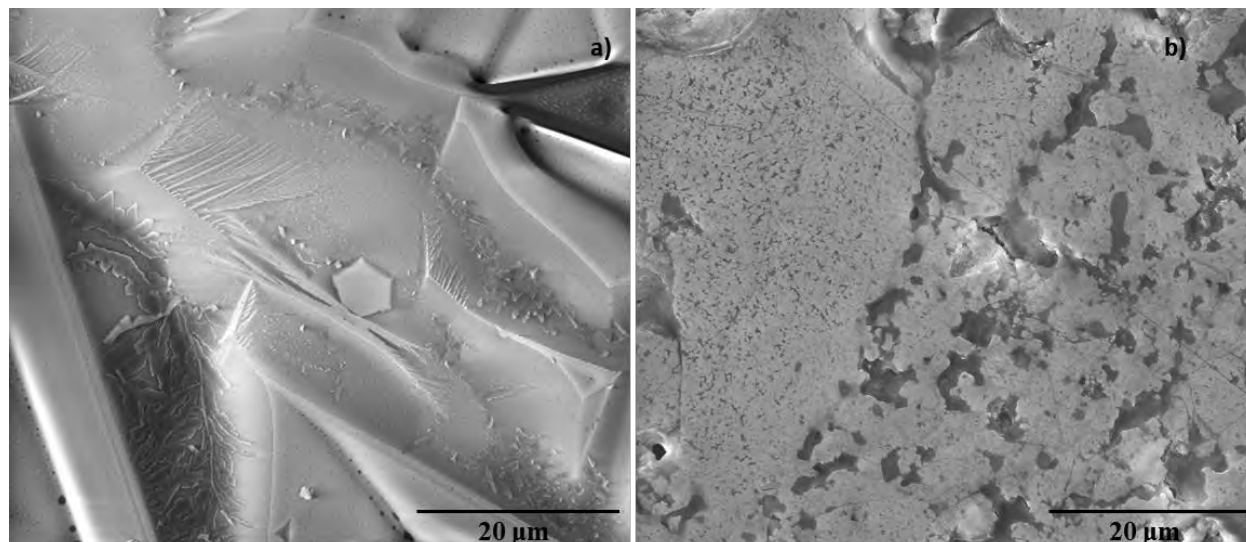


Figura 5. Micrografías obtenidas mediante Microscopia Electrónica de Barrido, a) Muestra preparada a partir de mezcla de óxidos, b) Muestra preparada a partir de polvo de vidrio cristalizabile.

### Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

La combinación de los resultados de los análisis térmicos y difracción de Rayos X demuestran que la temperatura de cristalización de la cordierita disminuye aproximadamente 100°C al utilizar polvo de vidrio cristalizabile para la preparación de la muestra.

Los análisis de MEB demuestran que existe una diferencia considerable en la morfología, tamaño y distribución de la microestructura entre las dos muestras, lo que puede repercutir directamente en las propiedades macro estructurales de las muestras como son las propiedades mecánicas.

Finalmente, con base a los resultados obtenidos en los análisis térmicos, DRX y MEB, se concluye que al utilizar polvos de vidrio cristalizabile la temperatura de cristalización de la cordierita disminuye al menos 100°C, el tamaño de los cristales es menor lo que se demuestra con las imágenes de MEB y con el incremento de las intensidades de las reflexiones principales del difractograma correspondiente a la cordierita Figura 4 b).

### Referencias

- Camerucci, M.A., Desarrollo y Evaluación de Materiales Cerámicos de Cordierita y Cordierita-Mullita., in Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata: Mar del Plata. 1999
- Díaz, A.I., Síntesis y conformación de cordierita ( $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$ ), para posibles aplicaciones como soporte catalítico, in Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia: Medellín. p. 60. 2007
- El-Shobaky, H.G. and Y.M. Fahmy, Cordierite as catalyst support for nanocrystalline CuO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system. *Materials Research Bulletin.*, 41(9): p. 1701-1713. 2006
- Galindo, F.Z. and I. Bernal, Obtención de cordierita y algunas de sus propiedades. *Revista Colombiana de Física.* 23(1): p. 49. 1994
- Hipediger, N., Liga Química Magnesia-Fosfato. Desarrollo y Aplicación en Cementos y Hormingones Refractarios., in Área Departamental Construcciones. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata: La Plata. p. 252. 1999
- Moon, K.-T. and D.-P. Kim, Preparation of Porous Cordierite with Thermally Stable Pore Structure. *Journal of Sol-Gel Science and Technology.* 26(1): p. 229-234. 2003
- Radwan, N.R.E., G.A. El-Shobaky, and Y.M. Fahmy, Cordierite as catalyst support for cobalt and manganese oxides in oxidation-reduction reactions. *Applied Catalysis A: General.* 274(1-2): p. 87-99. 2004
- Sánchez M, L. and J.B. Carda Castelló, Materias primas y aditivos cerámicos. *Enciclopedia Cerámica*, ed. F.E.I. s.l. Vol. II.1. Castellón. 2002

# MODELO 3D DE UN DISCO DE TURBINA DE GAS PARA EL ANÁLISIS TÉRMICO Y MECÁNICO

Ing. Daniel Zaldivar Cabrera<sup>1</sup>, Dr. Igor Loboda<sup>2</sup>, Ing. Omar Magaña Sanchez<sup>3</sup>

**Resumen**—El presente trabajo presenta el estudio de un disco de una turbina de gas, debido a que la deformación y fractura de los elementos calientes, como son el disco o álabe, causan un fallo en el motor.

Se diseña un modelo 3D del disco de turbina de alta presión mediante el software Inventor para posteriormente ser analizado por el software ANSYS que emplea el método de elementos finitos.

Después de determinar las condiciones de frontera, temperatura de aire y gases, y el coeficiente de transferencia de calor en toda la superficie del disco, se realiza un análisis térmico y mecánico del disco mismo. Las tensiones encontradas permiten determinar la resistencia del disco y elaborar un algoritmo de su vida útil para los sistemas de diagnóstico de turbinas de gas.

**Palabras clave**—Disco de turbina de gas, ansys, coeficientes de transferencia de calor, análisis térmico y mecánico, vida útil de disco.

## Introducción

Los principales elementos calientes en un motor de turbina de gas, como lo son los discos y álabes de turbina, han sido de interés especial para los diseñadores. Pertenecen indudablemente a las partes básicas y por lo tanto determinan la confiabilidad y la vida útil de todo el motor [3,5].

La principal función de un disco de turbina es retener los álabes giratorios y permitir que la fuerza circunferencial de ellos se transmita al eje central. Los discos de turbina están sometidos a fuertes tensiones debido a las diversas cargas que actúan sobre ellos. Las tensiones se causan principalmente por una combinación de fuerzas centrífugas de masas giratorias (disco mismo y sus álabes) y la temperatura irregular dentro del disco a causa de gases calientes. Las fallas del disco se deben principalmente a fatiga por funcionamiento. También pueden ocurrir debido a errores de ensamblaje del motor, fallas de los cojinetes, sobrecalentamiento, velocidades de rotación demasiado altas y fallas de componentes contiguos. Los daños al disco no sólo afectan a la operación normal del motor, pero también puede tener consecuencias fatales.

Ya que la integridad estructural de los discos de turbina es fundamental para la seguridad de los motores, es importante conocer las temperaturas y tensiones dentro del disco. El presente artículo presta atención a este problema analizando el estado térmico y mecánico en el software ANSYS. El análisis conjunto de las temperaturas y tensiones obtenidas permite crear distintos modelos matemáticos para diseñar el disco y poder predecir el tiempo de vida útil [7,8] en los sistemas de monitoreo de turbinas de gas [4,6].

## Generalidades del Software de Simulación Ansys

Software ANSYS se usa a lo largo de la industria en muchas disciplinas de la ingeniería [1]. Esta herramienta es un programa computacional de simulación y análisis tridimensional. Actualmente ofrece una solución para resolver problemas estáticos no lineales. Este programa usa el concepto de elementos finitos que da solución a procesos implícitos, es decir, resuelve sistemas estáticos/cuasi-estáticos (fuerzas aplicadas en grandes lapsos de tiempo) en los que cada elemento del sistema se comporta de forma lineal. El sistema se resuelve en una sola iteración, definida a partir de intervalos grandes de tiempo, ya que las soluciones convergen fácilmente mostrando una gran estabilidad. De esta manera ANSYS utiliza pocos recursos computacionales. Sucesivamente se han ido introduciendo módulos con los que este programa es capaz de resolver problemas dinámicos no lineales [2].

ANSYS cuenta con herramientas que incorporan preprocesamiento (creación de geometría, mallado), solucionador y módulos de pos-procesamiento en una interfaz gráfica de usuario. Estos son modelos de elementos finitos de propósito general para resolver numéricamente problemas mecánicos, incluyendo análisis estructural estático / dinámico (ambos lineales y no lineal) y transferencia de calor.

Además, los procesos de simulación y la información generada son fácilmente automatizables por lo que la trazabilidad del proceso de desarrollo queda garantizada y se minimiza el tiempo de modificaciones posteriores. El análisis del elemento finito se desarrolló primero por la industria aeroespacial para predecir la conducta de los

<sup>1</sup> El Ing. Daniel Zaldivar Cabrera es estudiante de la Maestría en Ciencias de la ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, [zcdaniel91@gmail.com](mailto:zcdaniel91@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Igor Loboda es profesor investigador en el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, [igloboda@gmail.com](mailto:igloboda@gmail.com)

<sup>3</sup> El Ing. Omar Magaña Sanchez es estudiante de la Maestría en Ciencias de la ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, [lmsanchez\\_3@hotmail.com](mailto:lmsanchez_3@hotmail.com)

materiales de las alas de un avión durante un vuelo. Ahora se utiliza a lo largo de casi todos los planes de diseño como en los sistemas mecánicos y las estructuras de la ingeniería civiles.

### Proceso De Diseño Del Modelo 3D

El disco analizado en este artículo es de la turbina de presión alta de un motor aeroderivado. Para este motor son disponibles un dibujo industrial y un modelo termodinámico, lo que permite preparar los datos de entrada para los cálculos de estados térmico y mecánico del disco.

#### Modelo 3D

Del dibujo industrial son tomadas todas las medidas de la geometría del disco de turbina. Con base en las medidas se genera un modelo 3D del disco haciendo uso del software Inventor. Dicho modelo se importa al software ANSYS donde se ve como se muestra en la Fig. 1. Las medidas para dicho modelo provienen de un esquema de motor de turbina de gas.

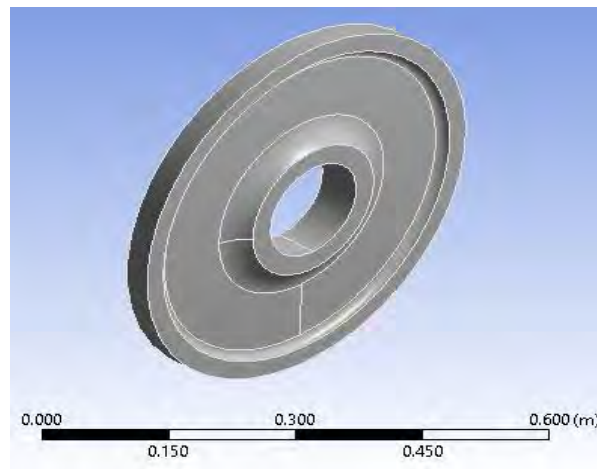


Figura 1. Modelo 3D de Disco

#### Material

Los avances realizados en el campo de los materiales han contribuido de manera importante en la construcción de motores de turbina de gas con mayor potencia, mejorando el diseño y rendimiento de los motores a lo largo de los años.

La selección del material en cualquier proceso de diseño juega un papel importante en la comprensión de adaptabilidad y viabilidad del diseño para llevar a cabo su función prevista de manera eficiente y eficaz.

La necesidad de mejores materiales impulsó muchas investigaciones en el campo de las aleaciones y técnicas de fabricación, dichos trabajos de investigación resultaron en una larga lista de nuevos materiales y métodos que hacen posibles las turbinas de gas modernas.

Para el trabajo en curso, se toma la decisión de utilizar el material Udimet 720 con las características que se muestran en la Tabla 1, ya que es un material desarrollado en primera instancia para discos de turbina de gas, contando

Densidad [Kg/m <sup>3</sup> ]	Coficiente térmico de expansión [C-1]	Módulo de Young [GPa]	Coficiente de Poisson	Rendimient o de tensión de rotura [MPa]	Tensión de rotura [MPa]	Conductividad térmica [W/m k]	Calor especifico [J/kg C]
8082.5	0.00001224	170.27 (600 °C) 226 (22 °C)	0.286	1128	1455	25 (600 °C) 9.4 (22 °C)	460

Tabla 1. Características de Material UDIMET 720



con alta resistencia mecánica y térmica, proporcionando una larga vida útil sin presentar fatigas ya que permite distribuir el estrés y la temperatura presentes en los discos de las turbinas de alta presión [1].

#### *Mallado*

El mallado de la geometría se hace con preferencias físicas mecánicas, un suavizado alto, elementos adaptativos a geometría y transición rápida, generando un total de 8800 elementos y 16321 nodos en todo el disco, tal como se puede apreciar en la Fig. 2. Dicho número de elementos favorece en la precisión del análisis térmico y mecánico; soportando fluencia, rigidez por tensión, además de una gran deflexión y capacidad de deformación

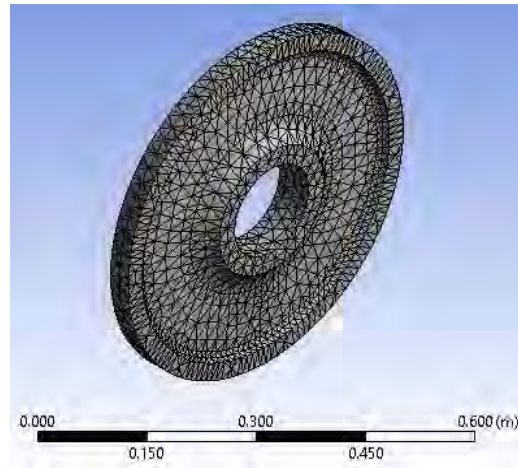


Figura 2. Mallado del Modelo

#### **Determinación de las Condiciones de Frontera**

En adición al modelo 3D y el mallado, el cálculo de estado térmico y mecánico del disco requiere las condiciones de frontera, es decir, las variables que determinan intercambio de calor con el ambiente y cargas mecánicas másicas y superficiales aplicadas al disco.

#### *Seccionamiento del Disco*

El cambio en temperatura exterior y el coeficiente de transferencia de calor en varias superficies de las partes del disco está asociado con las peculiaridades de la organización del flujo de gas caliente y de aire refrigerante. A su vez, las diferencias en el flujo dependen del cambio en la geometría del disco y la naturaleza del flujo. Por eso se toma la decisión de dividir la superficie total del disco en estudio en un número determinado de secciones. Para cada sección se considera que las condiciones de intercambio de calor son constantes y se calcula una temperatura del aire o gas exterior y un coeficiente de intercambio de calor.

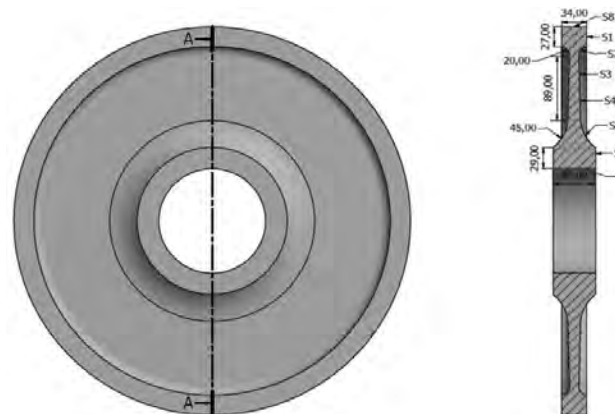


Figura 3. Seccionamiento del Disco

Tomando en cuenta la configuración del disco, su superficie se dividió en 14 secciones como se muestra en la Fig.3. Las superficies laterales simétricas, derecha e izquierda, tienen 6 secciones cada una y las superficies cilíndricas, interna y externa, presentan 2 secciones más.

#### Temperatura exterior y coeficiente de transferencia de calor

En cada una de las secciones determinadas, el coeficiente de transferencia de calor  $\alpha$  se encuentra a partir de la siguiente ecuación:

$$Nu = ARe^k$$

Donde Nu es el número de Nusselt; A y k son coeficientes adimensionales (0.0207 y 0.80) respectivamente y Re el número de Reynolds, el cual se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$Re = \frac{\rho UL}{\mu}$$

Donde:  $\rho$  es la densidad del aire en  $[Kg/m^3]$ ; U es la velocidad tangencial en  $[m/s]$ ; L es el tamaño característico de la sección en  $[m]$  y  $\mu$  es la viscosidad dinámica del aire en  $[Pa*s]$

De igual forma, para poder calcular la velocidad tangencial U hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$U = \frac{R_0 \pi n}{30} [m/s]$$

Siendo  $R_0$  el radio promedio de la sección en estudio  $[m]$  y n la velocidad de rotación  $[rpm]$  del disco.

Además, la viscosidad dinámica y densidad del aire pueden ser calculadas mediante las siguientes expresiones:

$$\mu = 1.8494 * 10^{-5} (e^{0.0009T_{fd}}) [Pa * s]$$

$$\rho = \frac{P_c}{R * T_{fd}} [Kg/m^3]$$

Entendiendo que  $P_c$  es la presión del aire proveniente del compresor en  $[Pa]$  y R la constante universal de los gases.

Para poder obtener lo anterior, es necesario determinar el valor de  $T_{fd}$  que es la temperatura frente al disco (sección), la cual se calcula de la siguiente forma:

$$T_{fd} = T_c + \frac{U^2}{2C_p} [K]$$

Donde  $C_p$  es la capacidad calorífica del aire  $[J/Kg*K]$  y  $T_c$  es la temperatura del aire proveniente del compresor en  $[K]$ .

La capacidad calorífica del aire se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = -1.7287 * 10^{-7} (T_c^3) + 4.1509 * 10^{-4} (T_c^2) - 1.0764 * 10^{-1} (T_c)$$

Reescribiendo el número de Nusselt para poder determinar el coeficiente de transferencia de calor, tenemos la siguiente expresión:

$$Nu = \frac{L\alpha}{\lambda}$$

Donde  $\lambda$  es el coeficiente de conductividad térmica del aire:

$$\lambda = 2.583 * 10^{-2} (e^{0.0009T_{fd}}) [W/mK]$$

Teniendo como resultado la siguiente expresión para determinar el valor de los coeficientes de cada anillo en que se divide el disco, tal como se muestra en la tabla:

$$\alpha = \frac{Nu\lambda}{L} [W/m^2K]$$

## Resultados

### Temperaturas y coeficientes de transferencia de calor

En la Tabla 2 se muestran los datos iniciales para calcular las temperaturas y los coeficientes necesarios en todas las secciones de la superficie del disco. Las tres primeras variables son computadas por el modelo termodinámico en el régimen máximo de operación del motor. Dentro de los resultados, capacidad calorífica tiene valor constante  $C_p = 1.0744e+03$  [J/Kg\*K], mientras que las demás variables calculadas tienen valores diferentes para cada sección los cuales se presentan en la Tabla 3.

$T_c$ [K]	$P_c$ [Pa]	n [rpm]	R [J/Kg*K]	Coficiente A	Coficiente k
705	17.5e5	10900	287.0	0.0207	0.80

Tabla 2. Datos Iniciales

SECCIÓN	$R_1$ [m]	$R_2$ [m]	$R_0$ [m]	L [m]	U [m/s]	$T_{fd}$ [K]	$\mu$ [Pa*s]	$\rho_{aire}$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Re	Nu	$\alpha$ [W/m <sup>2</sup> *K]
1	0.240	0.267	0.253	0.027	289.209	743.923	3.3535e-05	8.1965	1.9086e+06	2.1905e+03	4.0933e+03
2	0.227	0.240	0.233	0.020	266.392	738.024	3.3377e-05	8.2620	1.3188e+06	1.6298e+03	4.0896e+03
3	0.182	0.227	0.204	0.044	233.307	730.3303	3.3172e-05	8.3490	2.5837e+06	2.7910e+03	3.1615e+03
4	0.138	0.182	0.160	0.044	182.539	720.5058	3.2912e-05	8.4629	2.0652e+06	2.3332e+03	2.6196e+03
5	0.101	0.138	0.119	0.045	136.336	713.6495	3.2732e-05	8.5442	1.6014e+06	1.9036e+03	2.0770e+03
6	0.072	0.101	0.087	0.029	98.6850	709.5320	3.2625e-05	8.5938	7.5385e+05	1.0418e+03	1.7573e+03
7	0.072	0.072	0.072	0.057	82.1424	708.1399	3.2588e-05	8.6107	1.2371e+06	1.5485e+03	1.3272e+03
8	0.267	0.267	0.267	0.034	304.6114	1538.9	6.3341e-05	3.9624	6.4788e+05	922.9198	2.8009e+03

Tabla 3. Resultados Variables para Cada Sección de Disco

### Análisis térmico y mecánico

El análisis térmico y mecánico realizado en el software ANSYS se hace asignando las condiciones de frontera  $T_{fd}$  y  $\alpha$  de la Tabla 4 a las secciones correspondientes del modelo de disco. Para dichas simulaciones, se toma la decisión de hacer una análisis térmico-estructural, pues la exactitud de los resultados mecánicos se incrementa al aplicar un estudio térmico de antemano. En la figura 4 se puede apreciar la distribución de temperatura en todo el disco, notando fácilmente 2 puntos, el máximo de 1500[K] en la periferia y el mínimo de 706.99 K en el orificio central. También podemos ver que las temperaturas del disco son congruentes con las del exterior (ver la Tabla 4). En el diámetro máximo la temperatura del disco es 38° menor que la de gas caliente y en el diámetro mínimo es 2° mayor que la de aire refrigerante. Así, la simulación de los procesos de calentamiento y refrigeración parece correcta.

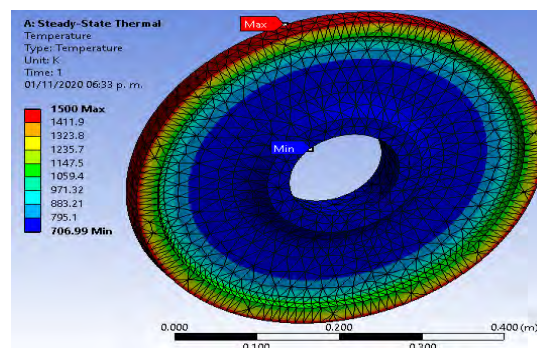


Figura 4. Distribución de Temperatura en el Disco

Para el análisis mecánico, tomamos los resultados del análisis térmico e incorporamos una velocidad de rotación de 10900[rpm] y un soporte fijo en toda la superficie del diámetro interno, además de los datos mostrados en la Tabla 4. Empezamos este análisis con la simulación de las deformaciones en el disco. Como se puede observar en la Fig. 5, las deformaciones crecen de cero en el centro al valor 0.00195 [m] en la periferia. Los esfuerzos dentro del disco se determinan mediante un análisis de von-Mises que resulta en la distribución de las tensiones equivalentes. Como se puede apreciar en la Fig. 6, las tensiones máximas se manifiestan en las partes central y periférica (valor máximo 2.30 e+009 [Pa]) y reducen en las secciones intermedias hasta 6.428e+008 [Pa].

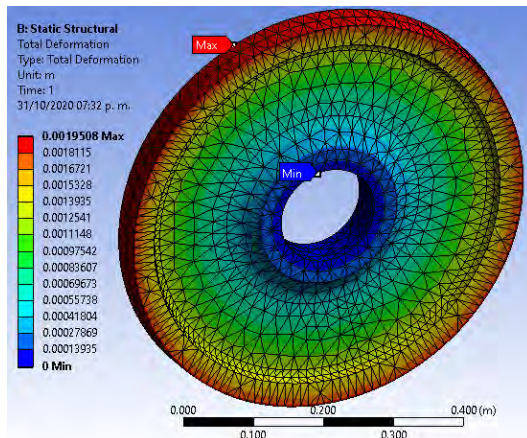


Figura 5. Deformación Total en Disco

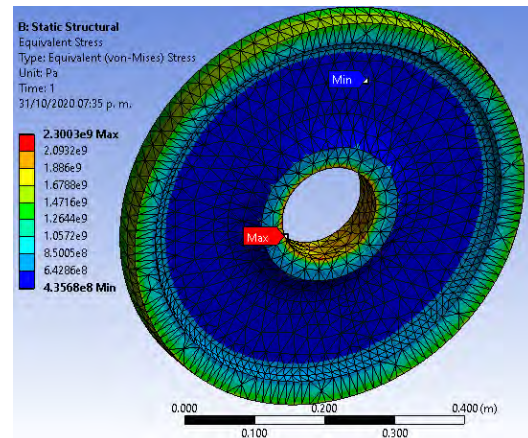


Figura 5. Esfuerzo von-Mises

### Conclusiones

Se llevó a cabo un análisis térmico y mecánico de un disco de turbina de gas. Para llegar a resultados realísticos, utilizamos como datos de entrada los tamaños, materiales y variables de un motor real. Checando los resultados, podemos constatar que las distribuciones de temperatura, deformación y tensiones simuladas en el disco corresponden a la naturaleza de los fenómenos estudiados y la información disponible. Dado que ya podemos calcular la tensión máxima para cualquier régimen del motor, se puede estimar el número de ciclos hasta la destrucción del disco y elaborar un algoritmo de su vida útil para los sistemas de diagnóstico de turbinas de gas.

### Referencias

- [1] Amr Elhefny, Guozhu Liangn, Stress and deformation of rocket gas turbine disc under different loads using finite element modelling, Propulsion and Power Research 2013;vol 2(1):pp-38-49
- [2] ANSYS Theory Reference Release, Eleventh Edition. SAS IP, Edited by Peter Kohnke, Ph.D. 1991.
- [3] Boyce, Meherwan P. (2006). Gas Turbine Engineering Handbook (3rd ed.). Oxford: Elsevier.
- [4] C.E. Fisher and Stewart Hughes Limited, "Gas Path Condition Monitoring During Accelerated Mission Testing of a Demonstrator Engine," AIAA Paper 972904, July 1997.
- [5] Claire, Soares. Gas Turbines. A Handbook of Air, Land and Sea Applications.
- [6] Condition Monitoring and Diagnostic Engineering Management. Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Congress, Elsevier Science Ltd, UK, 2001, 1002p.
- [7] Sergiy Yepifanov, Roman Zelenskiy, Igor Loboda. Modeling the gas turbine engine under its dynamic heating conditions, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power - Transactions of ASME, USA, March 2015, Vol. 137, Issue 3, paper 031506, pp. 1-10, ISSN 0742-4795.
- [8] Roman Zelenskiy, Sergiy Yepifanov, Yevgen Martseniuk, Igor Kravchenko, and Igor Loboda, Dynamic turbine clearance simulation considering the influence of temperature on mechanical load-induced displacements, Journal of Aerospace Engineering, 2017, Vol. 30, Issue 5, Pages 1-11, ISSN (online): 1943-5525, ISSN (print): 0893-1321.

### Notas Biográficas

**El Ing. Daniel Zaldivar Cabrera:** Nació en la Ciudad de México el 26 de septiembre de 1991. Obtuvo la licenciatura en Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente estudiante de la Maestría en Ingeniería Mecánica de la misma institución y estudiante de la Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional

**El Dr. Igor Loboda:** Nació en Rusia el 20 de enero de 1956. Obtuvo los grados de maestro y doctor en ciencias en el instituto de aviación de Jarkov (ucrania) en 1979 y 1994 correspondientemente. Sus áreas de investigación son simulación y diagnóstico paramétrico de turbinas de gas, métodos de la identificación de sistemas y teoría de reconocimiento de patrones.

**El Ing. Omar Magaña Sanchez:** Nacido en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México el 2 de septiembre de 1991. Obteniendo su título Como Licenciado en Ingeniería Petrolera en la Universidad Olmeca. Actualmente es estudiante de Maestría en Ciencias de Ingeniería en Sistemas Energéticos en el Instituto Politécnico Nacional

# PREVALENCIA DE SENSIBILIZACIÓN A AEROALÉRGENOS Y ALIMENTOS EN PACIENTES CON ENFERMEDAD ALÉRGICA EN LA REGIÓN DE TEHUACÁN, PUEBLA

Jorge Zamitiz Hernández<sup>1</sup>, Massiel Márquez Lara<sup>2</sup>, Stephany Josefina Martínez Ortiz<sup>3</sup>, Daniela Areli Castro Hernández<sup>4</sup>, Dr. Rodolfo Celio Murillo<sup>5</sup>, Dr. Francisco Lázaro Balderas Gómez<sup>6</sup>

**Resumen**— El incremento de las enfermedades alérgicas a nivel mundial exige contar con información epidemiológica actual sobre alérgenos causantes de alergia en Tehuacán Puebla. **Objetivo:** determinar la prevalencia de sensibilización a alérgenos, mediante pruebas cutáneas en pacientes atópicos; evaluar la asociación entre sexo y sensibilización. **Material y método:** estudio descriptivo, transversal, observacional y retrolectivo del 2015 al 2019 en pacientes atendidos en una unidad médica privada en Tehuacán Puebla. Se revisaron expedientes clínicos de pacientes que se les haya realizado prueba cutánea de alergia, se valoró la sensibilización a extractos alérgicos. Se realizaron tablas de captura de datos y análisis estadístico. **Resultados:** los alérgenos con mayor prevalencia fueron *Dermatophagoides mix*, *Blattodea germánica* y *Proposis glandulosa*. No se encontró asociación entre el sexo y el riesgo de sensibilización a un alérgeno. **Conclusión:** la prevalencia de sensibilización a aeroalérgenos y alimentos fue similar a la prevalencia reportada en otros estudios efectuados en México.

**Palabras clave**— Prevalencia, sensibilización, pruebas cutáneas, *Dermatophagoides mix*.

## Introducción

La prevalencia de las enfermedades alérgicas a nivel mundial va en aumento tanto en países en desarrollo como en los industrializados, considerándolas un problema de salud pública y global. Según las estadísticas de la organización Mundial de la Salud (OMS), cientos de millones de sujetos en el mundo sufren de rinitis alérgica y se estima que 300 millones tienen asma. (1) Las principales enfermedades alérgicas son rinitis alérgica (RA), dermatitis atópica (DA), asma, urticaria (UC), angioedema (AG), conjuntivitis alérgica (CA) y alergia alimentaria (AA); estas enfermedades se pueden presentar desde la infancia, periodo en el cual existe mayor exposición a los alérgenos y mayor sensibilización.

La sensibilización a alérgenos depende de la interacción entre individuos con factores genéticos susceptibles a alergia y de la interacción con el medio ambiente cercano. Tal sensibilización está fuertemente asociada con la exposición a proteínas derivadas de pólenes, mohos, ácaros del polvo y cucarachas. (1) Sin embargo, los cambios en las condiciones climatológicas, las variaciones en las concentraciones de contaminantes atmosféricos y las modificaciones en los ecosistemas interfiere en la sensibilización a diferentes tipos de alérgenos. (2) El conocimiento de la sensibilización a alérgenos en pacientes con enfermedades alérgicas forma parte de un análisis habitual en el diagnóstico de estas enfermedades, con el fin de indicar medidas necesarias para evitar el contacto con los alérgenos e identificar a los pacientes aptos para recibir inmunoterapia específica. (3) Las pruebas de punción cutánea o prick test son útiles para realizar el diagnóstico de enfermedades alérgicas que involucren respuesta de hipersensibilidad tipo I mediada por IgE. (4) Las pruebas cutáneas permiten la activación de mastocitos y la liberación de mediadores inflamatorios de *novo*. Los resultados clínicos de estos eventos celulares dan lugar a una prueba cutánea positiva y a una reacción transitoria de roncha y eritema. (5) Esta prueba tiene una sensibilidad del 98% y una especificidad del 80%. (6)

La vegetación que presenta la región de Tehuacán Puebla es diversa presentando grandes zonas con mezquiales, matorral desértico, vegetación arbustiva y en zonas con mayor altura presenta un clima templado

<sup>1</sup> Jorge Zamitiz Hernández es Médico Pasante de Servicio Social en el área de investigación del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [jzh\\_007@hotmail.com](mailto:jzh_007@hotmail.com)

<sup>2</sup> Massiel Márquez Lara es Médico Pasante de Servicio Social en el área de investigación del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [massiel.marquezlara@gmail.com](mailto:massiel.marquezlara@gmail.com)

<sup>3</sup> Stephany Josefina Martínez Ortiz es Médico Pasante de Servicio Social en el área de investigación del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [stephany.sjmo@gmail.com](mailto:stephany.sjmo@gmail.com)

<sup>4</sup> Daniela Areli Castro Hernández es Médico Pasante en el área de investigación del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [danyakh@hotmail.com](mailto:danyakh@hotmail.com)

<sup>5</sup> El Dr. Rodolfo Celio Murillo es Director de la Unidad de Medicina Integral y Profesor en la facultad de medicina del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [rodolfo.celiomurillo@correo.buap.mx](mailto:rodolfo.celiomurillo@correo.buap.mx)

<sup>6</sup> El Dr. Francisco Lázaro Balderas Gómez es Profesor en la facultad de medicina y Titular del área de investigación del Complejo Regional Sur de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tehuacán Puebla. [francisco.balderas@correo.buap.mx](mailto:francisco.balderas@correo.buap.mx)

pudiéndose encontrar coníferas, bosques de pino-encino y de pino. (7, 8, 9) Los pólenes de esta vegetación son causantes de gran parte de la sensibilización en pacientes atópicos.

Los objetivos del estudio fueron: determinar la prevalencia de sensibilización a aeroalérgenos y alimentos mediante pruebas cutáneas en pacientes con enfermedades alérgicas y la prevalencia de las mismas; evaluar si existe asociación entre el sexo femenino y sensibilidad a alérgenos específicos; conocer el grupo etario con mayor sensibilización a los alérgenos aplicados. Los pacientes estudiados fueron atendidos en una unidad médica privada especializada en alergia en la ciudad de Tehuacán Puebla. El presente estudio se realizó debido a la falta de información epidemiológica en la región y a la necesidad de realizar intervenciones específicas en estos pacientes

### Descripción del Método

Estudio descriptivo de corte transversal, observacional y retrolectivo. Se revisaron expedientes clínicos de pacientes diagnosticados con RA, DA, asma alérgica, UC, AG, CA y AA; el estudio se realizó en la Unidad de Medicina Integral, unidad médica privada especializada en alergología de la ciudad de Tehuacán Puebla en el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2015 y el 31 de diciembre del 2019. La población de estudio fue de 563 pacientes que se seleccionaron por medio de criterios de inclusión y exclusión, los datos recolectados fueron el género, la edad (categorizada por grupos etarios: lactantes, preescolares, escolares, adolescentes, adultos jóvenes, adultos maduros y adultos mayores) y patología alérgica diagnosticada; a todos los pacientes estudiados se les realizó pruebas cutáneas de alergia tipo Prick test, para determinar su sensibilización a alérgenos específicos. La población estudiada fue mayoritariamente de la ciudad de Tehuacán y de comunidades aledañas.

#### Pruebas cutáneas

Las pruebas cutáneas se realizaron por el método de prick con los alérgenos más comunes de la región, teniendo en cuenta factores ambientales y geográficos. Se evaluó la sensibilización de los siguientes 42 extractos alergénicos: ácaros del polvo doméstico, *Dermatophagoides mix (Pteronyssinus / Pharinae)* y *Blomia tropicalis*, epitelio de animales (perro y gato), plumas de aves, césped, ocho tipos de árboles (*Quercus ilex*, *Fraxinus excelsior*, *Schinus molle*, *Propolis glandulosa*, *Cupressus empervirens*, *Beaucarnea gracilis*, *Populus alba*, *Alnus acuminata*), dieciséis tipos de plantas (*Parthenium hysterophorus*, *Artemisia absinthium*, *Chamaemelum nobile*, *Avena spp*, *Helianthus annuus*, *Ligustrum lucidum*, *Cymbopogon citratus*, *Plantago spp.*, *Dracaena trifasciata*, *Eleusine indica*, *Dysphania ambrosioides*, *Acacia farnesiana*, *Cynara cardunculus*, *Eucalyptus*, *Ricinus communis* y *Yucca sp*), ocho tipos de hongos (*Aspergillus spp.*, *Absidia spp.*, *Alternaria alternata*, *Candida spp.*, *Cephalosporium racemosum*, *Helminthosporium halodes*, *Cladosporium cladosporioides*, *Mucor racemosus*), un tipo de insecto (*Blattodea germanica*), y siete tipos de alimentos (amaranto, melón, sandía, quelites, mango, huevo, proteínas de la leche de vaca y sus derivados). Los alérgenos se clasificaron por grupos: alérgenos de interiores, árboles, plantas, hongos y alimentos. Después de realizar asepsia y antisepsia en la región anterior de cada antebrazo, se aplicaron gotas de cada extracto alergénico a 2 cm de distancia, en lugares previamente enumerados con un lapicero (0 al 43), posteriormente se pinchó cuidadosamente la epidermis a través de cada gota con una lanceta estéril para cada extracto alergénico. Se utilizó solución salina como control negativo y 0.05 ml de histamina como control positivo. La evaluación de las pruebas se realizó a los 15 y 30 minutos posteriores a su realización, se consideró positiva una reacción a un extracto alergénico cuando el diámetro de la roncha haya sido superior a los 3 mm respecto al control negativo. (10) El procedimiento anterior fue autorizado por los pacientes o por los tutores de pacientes menores de 18 años por medio de consentimiento informado, mismo que se encontró anexado en los expedientes clínicos.

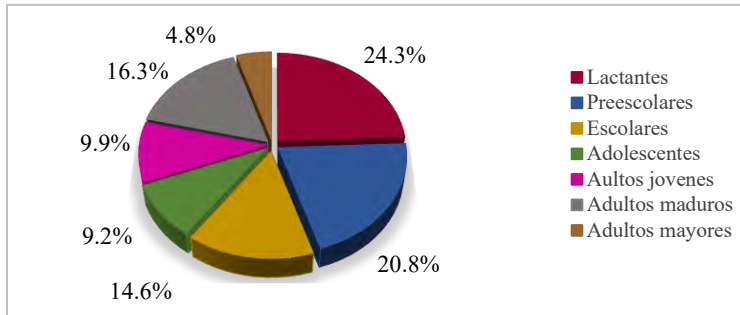
#### Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* para Windows, versión 25.0. Se utilizaron porcentajes y frecuencias para la descripción de las variables cualitativas, así como media y desviación estándar para las variables cuantitativas. Se usó la prueba de Chi cuadrado de independencia para evaluar la asociación entre el sexo y el riesgo de presentar sensibilización a determinados alérgenos bajo la hipótesis de que existe asociación entre la sensibilización a alérgenos y ser mujer, con un nivel de confianza de 95%. Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p \leq 0.05$ .

### Resultados

La edad media de la población fue de  $17.04 \pm 20.01$  años. El 52.6% era del sexo femenino y el 47.4% del sexo masculino. De acuerdo con la distribución por grupo etario, los lactantes fueron los pacientes que mostraron mayor sensibilización a alérgenos con un 24.3%, seguidos de los preescolares con 20.8%, adultos maduros con

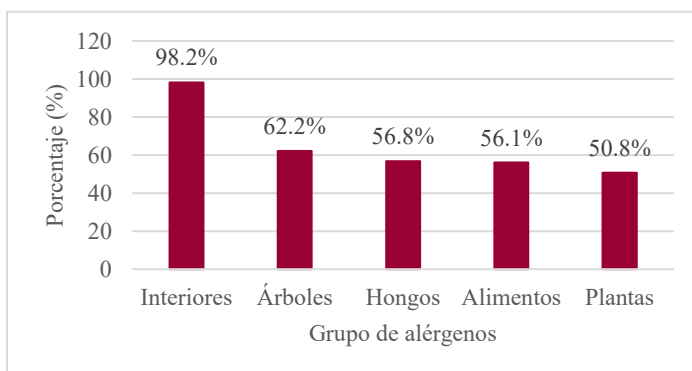
16.3%, escolares con 14.6%, adultos jóvenes con 9.9%, adolescentes y adultos mayores con un 9.2 y 4.8% respectivamente. (Figura 1). Las patologías alérgicas reportadas por orden de frecuencia fueron: rinitis alérgica con 500 pacientes (88.8%), asma alérgica con 316 pacientes (56.1%), dermatitis atópica con 287 pacientes (51%), otras enfermedades alérgicas como conjuntivitis alérgica, urticaria y angioedema se reportaron en 64 (11.4%), en 25 (4.4%) y en 3 pacientes (0.5%) respectivamente.



**Figura 1.** Distribución de la sensibilización a los diferentes alérgenos según el grupo etario (N=563).

### Perfil de sensibilización

De acuerdo con la categoría de alérgenos, los alérgenos que mostraron mayor prevalencia fueron los alérgenos de interiores (98.2%), mientras que el grupo con menor prevalencia fueron los pólenes de árboles (50.8%), en la Figura 2 se muestran con mayor detalle los resultados. La frecuencia de sensibilización a los aeroalérgenos y alimentos se comparó con el sexo, encontrando que las mujeres fueron las más afectadas por presentar mayor sensibilización a los alérgenos aplicados con respecto a los hombres con excepción de ocho alérgenos (epitelio de perro, *Artemisia absinthium*, *Chamaemelum nobile*, *Acacia farnesiana*, *Candida spp.*, amaranto, melón, sandía y quelites), en éstos los hombres presentaron mayor sensibilización. (Tabla 2)



**Figura 2.** Prevalencia de la sensibilización a las distintas categorías de alérgenos (N=563).

De acuerdo con las pruebas cutáneas de alergia los alérgenos con mayor frecuencia de sensibilización fueron *Dermatophagoides mix* (98%), seguidos de *Blattodea germánica* (68.4%), *Proposis glandulosa* (62.2%), mezcla de plumas (62%), *Aspergillus spp* (56.8%), amaranto, melón, sandía y quelites (56.1%) y por último epitelio de perro (54.4%). (Tabla 2).

Entre los alérgenos de interiores, los más comunes fueron *Dermatophagoides mix*. (98.2%), *Blattodea germánica* (68.4%) mezcla de plumas (62%), epitelio de perro (54.4%). Los pólenes de árboles identificados con mayor frecuencia fueron los de *Proposis glandulosa* (62.2%), *Populus alba* (40%), *Quercus ilex* (32%), *Cupressus empervirens* (26.5%) y *Fraxinus excelsior* (26.3%). En tanto que los pólenes de plantas y malezas encontrados con mayor frecuencia fueron de *Parthenium hysterophorus* (50.8%), *Artemisia absinthium* (48%), *Chamaemelum nobile* (48%), *Acacia farnesiana* (47.1%), *Avena spp* (43.7%). Los hongos identificados con mayor frecuencia fueron *Aspergillus spp.* (56.8%), *Absidia spp.* (43.3%), *Alternaria alternata* (38.9%), *Candida spp.* (30.6%) y *Cephalosporium racemosum* (30.4%). Los alimentos que causaron mayor sensibilización en este estudio fueron el amaranto, melón, sandía y quelites (56.1%), mango y huevo en un 22.7% y 16.3% respectivamente. (Tabla 2).

La relación entre los grupos etarios y los diferentes grupos de alérgenos se describe en la Tabla 3, se encontró mayor sensibilización en edades tempranas, siendo los lactantes y los preescolares los grupos con mayor reactividad cutánea a los alérgenos aplicados, seguidos por adultos maduros. El grupo de alérgenos que provocó

mayor hipersensibilidad en edades tempranas fueron los alimentos, hongos y el polen de árboles, mientras que edades más avanzadas fueron los pólenes y los alérgenos de interiores los más comunes.

**Tabla 2.** Prevalencia de sensibilización a alérgenos en 563 pacientes de acuerdo con el sexo.

Tipo de alérgeno	Todos los pacientes N =563 (%)	Sexo		Valor de p
		Femenino n = 296 (%)	Masculino n = 267 (%)	
<b>Interiores</b>				
<i>Dermatophagoides mix.</i> *	98.2	52.4	47.6	.635
<i>Blattodea germanica</i>	68.4	52.5	47.5	.940
Plumas (mezcla)	62.0	51.9	48.1	.665
Epitelio de perro	54.4	51.7	57.3	.182
Epitelio de gato	43.7	54.1	45.9	.533
Polvo	43.7	53.3	46.7	.777
<i>Blomia tropicalis</i>	19.2	57.4	42.6	.263
<b>Arboles</b>				
<i>Proposis glandulosa</i>	62.2	50.6	49.4	.222
<i>Populus alba</i>	40.0	51.1	48.9	.570
<i>Quercus ilex</i>	32.0	55.6	44.4	.332
<i>Cupressus empervirens</i>	26.5	57.0	43.0	.202
<i>Fraxinus excelsior</i>	26.3	56.1	43.9	.320
<i>Schinus molle</i>	22.7	53.1	46.9	.887
<i>Alnus acuminata</i>	20.1	57.5	42.5	.239
<i>Beaucarnea gracilis</i>	14.7	50.6	49.4	.697
<b>Plantas</b>				
<i>Parthenium hysterophorus</i>	50.8	55.9	44.1	.104
<i>Artemisia absinthium</i>	48.0	46.7	53.3	.007
<i>Chamaemelum nobile</i>	48.0	46.7	53.3	.007
<i>Acacia farnesiana</i>	47.1	46.8	53.2	.010
<i>Avena spp</i>	43.7	55.7	44.3	.192
<i>Cosmos bipinnatus</i>	40.7	55.5	44.5	.257
<i>Helianthus annuus</i>	40.5	56.1	43.9	.162
<i>Cymbopogon citratus</i>	40.3	54.2	45.8	.530
<i>Eucalyptus</i>	38.2	50.7	49.3	.483
<i>Ligustrum lucidum</i>	37.5	57.8	42.2	.054
<i>Eleusine indica</i>	34.0	50.8	49.2	.532
<i>Sorghoum halepese</i>	33.4	51.1	48.9	.611
<i>Dysphania ambrosioides</i>	33.0	52.7	47.3	.970
<i>Plantago spp.</i>	27.9	54.8	45.2	.515
<i>Cynara cardunculus</i>	25.8	52.4	47.6	.964
<i>Ricinus communis</i>	21.3	57.5	42.5	.223
<i>Dracaena trifasciata</i>	20.2	53.5	46.5	.823
<i>Yucca sp</i>	14.7	50.6	49.4	.697
<b>Hongos</b>				
<i>Aspergillus spp.</i>	56.8	52.5	47.5	.967
<i>Absidia spp.</i>	43.3	53.7	46.3	.644
<i>Alternaria alternata</i>	38.9	51.6	48.4	.711
<i>Candida spp.</i>	30.6	48.8	51.2	.239
<i>Cephalosporium racemosum</i>	30.4	53.2	46.8	.841
<i>Helminthosporium halodes</i>	29.2	54.2	45.7	.606
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	21.5	53.7	46.3	.776
<i>Mucor racemosus</i>	16.7	50.0	50.0	.584
<b>Alimentos</b>				
Amaranto, melón, sandía y quelites	56.1	47.8	52.2	.846
Mango	22.7	53.1	46.9	.887
Huevo	16.3	55.4	44.6	.548
Leche de vaca y derivados	9.1	64.7	35.3	.069

\* *Pteronyssinus / Pharinae* (50/50).

Proporciones comparadas mediante la prueba de Chi cuadrado de homogeneidad.

Valor de p masculino vs femenino, valor significativo < 0.05



**Tabla 3.** Distribución de la sensibilización a las diferentes categorías de alérgenos según el grupo etario (N=563).

Grupo etario	Tipo de alérgeno				
	Interiores (%)	Árboles (%)	Plantas (%)	Hongos (%)	Alimentos (%)
Lactantes	24	25	26	25	26
Preescolares	21	19	20	21	24
Escolares	14	14	14	15	12
Adolescentes	9	10	8	8	9
Adultos jóvenes	10	10	10	9	9
Adultos maduros	16	17	17	17	15
Adultos mayores	5	5	5	5	4
Total	100	100	100	100	100

### Discusión

Conocer los alérgenos que participan en el proceso fisiopatológico de las enfermedades alérgicas en cada región permite realizar intervenciones para evitar la presentación clínica de las mismas, además de contar con un tratamiento inmunológico específico en aras de modificar el curso natural de la enfermedad. Este estudio presenta por primera vez los aeroalérgenos y alimentos responsables de la sensibilización en la población de Tehuacán Puebla usando como medio diagnóstico la prueba cutánea (prick test).

Se incluyeron pacientes con diferentes patologías alérgicas en las que el sexo femenino fue el más afectado, sin embargo, no se encontró asociación estadística entre la sensibilización y el pertenecer al sexo femenino, por el contrario, se halló que en tres alérgenos se observa asociación significativa entre la sensibilización y el género masculino con una  $p > 0.05$ : *Artemisia absinthium* ( $p = 0.007$ ), *Chamaemelum nobile* ( $p = 0.007$ ), *Acacia farnesiana* ( $p = 0.010$ ). Respecto a los diferentes grupos de edad en que fueron clasificados los pacientes, se observa una disminución paulatina a presentar sensibilización a aeroalérgenos y alimentos conforme la edad de los pacientes avanza, mostrando una alta sensibilización en lactantes, seguidos de preescolares y escolares; en contraste con los hallazgos encontrados por García Gomero D et al. (2020), en donde se evidenció un incremento de la frecuencia de sensibilización conforme aumentó la edad, entre los 6 y 11 años se encontró mayor prevalencia de sensibilización. (11)

Suárez Gutiérrez M et al. (2019), mencionan que la amplia variedad en la sensibilización a aeroalérgenos puede ser explicada por las diferencias en humedad y temperatura en las diferentes regiones geográficas del mundo. (12) En nuestro estudio, las categorías de alérgenos más frecuente son los alérgenos de interiores (98.2%), seguidos del polen de árboles (62.2%), hongos (56.8%), alimentos (56.1%) y por último el polen de plantas y malezas (50.8%).

La prevalencia de sensibilización a aeroalérgenos de interiores mediante pruebas cutáneas de nuestro estudio es de 98.2%, resultado congruente con los obtenidos por Alcalá-Padilla G et al. (2016), donde se mostró que los niños con asma estaban mayormente sensibilizados a alérgenos de interiores en un 90.3%. (2) Los pólenes de árboles predominantes en nuestro estudio son los de *Propolis glandulosa*, *Populus alba*, *Quercus ilex*, *Cupressus sempervirens* y *Fraxinus excelsior*; lo que coincide con los datos publicado por Suárez Gutiérrez M et al. (2019), lo que nos permite sugerir un tratamiento específico para la región con representantes de esta categoría de alérgenos. (12) La prevalencia de sensibilización a hongos mediante pruebas cutáneas de nuestro estudio es de 56.8%, porcentaje mayor al encontrado por González-Díaz SN et al. (2016), quienes reportan 17.1%. (13) Esta discrepancia puede deberse a la mayor cantidad de pacientes que participaron en su estudio, en comparación con los 563 pacientes del nuestro. Los hongos más prevalentes en el estudio de González fueron *Alternaria alternata*, seguido de *Helminthosporium sativum*, y *Hormodendrum cladosporioides*, en contraste con nuestro estudio, donde los hongos más prevalentes son *Aspergillus spp.*, *Absidia spp.* y *Alternaria alternata*.

En este estudio los alérgenos encontrados con mayor frecuencia son *Dermatophagoides mix.* (98.2%), *Blattodea germanica* (68.4%), *Propolis glandulosa* (62.2%), mezcla de plumas (62%), *Aspergillus spp* (56.8%), amaranto, melón, sandía y quelites (56.1%), epitelio de perro (54.4%), *Parthenium hysterophorus* (50.8%) y epitelio de gato (43.7%), a diferencia de lo encontrado en otros estudios, como el realizado por Suárez Gutiérrez M et al. (2019) en el estado de Aguascalientes, donde se encontró que los aeroalérgenos más prevalentes fueron los pastos (74.8 %), y de éstos la especie *Cynodon dactylon* fue la más prevalente; seguidos de pólenes de árboles (64.8 %), ácaros del polvo *Dermatophagoides pteronyssinus* (64 %) y *Dermatophagoides farinae* (22.3 %), malezas (32 %), epitelios de gato (20%) y de perro (11.5 %) y, por último, hongos (5.3 %). (12) Las limitaciones de nuestro estudio

fue el tamaño de la población estudiada ya que fue relativamente pequeño, sin embargo, al haber delimitado el estudio de los pacientes en un periodo de cuatro años permitió disminuir el riesgo de sesgos en la frecuencia de sensibilización. También debe considerarse el número y tipos de alérgenos utilizados en los pacientes atópicos ya que un mayor número de extractos alérgicos y de pruebas cutáneas brindarían la oportunidad de identificar con mayor precisión la prevalencia de sensibilización a aeroalérgenos y alimentos en la región de Tehuacán Puebla.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

La prevalencia de sensibilización a los diferentes alérgenos evaluados en las pruebas cutáneas fue 98.2% para los aeroalérgenos de interiores, 62.2% para pólenes de árboles, 56.8% para hongos, 56.1% para alimentos y 50.8% para pólenes plantas. Los ácaros *Dermatophagoides mix.*, se sitúan como los principales alérgenos sensibilizantes intramuros mientras que *Proposis glandulosa* es el principal sensibilizador extramuros. Las principales patologías alérgicas fueron RA, asma alérgica y DA con 88.8%, 56.1% y 51% respectivamente. No se encontró asociación significativa entre el sexo femenino y la sensibilización a los alérgenos estudiados. Este estudio constituye un referéndum para posteriores investigaciones acerca de agentes sensibilizantes en la región de Tehuacán Puebla, contribuyendo a enriquecer la información epidemiológica con la que actualmente se cuenta y de esta manera, generar medidas de control ambiental inclinadas a contribuir el mejor control de la enfermedad.

### Referencias

- Pawankar, R., Canonica, G. W., Holgate, S., & Lockey, R. (2013). WAO White Book on Allergy. World Allergy Organization.
- Alcalá-Padilla G, Bedolla-Barajas M, Kestler-Gramajo A, Valdez-López F. Prevalencias de sensibilización a alérgenos en niños escolares con asma que viven en la zona metropolitana de Guadalajara. *Rev Alerg Méx.* 2016 abr-jun;63(2):135-142.
- Bedolla-Barajas M, Valdez-López F, Arceo-Barba J, Bedolla-Pulido TR y col. Frecuencia de sensibilización a pólenes de la subclase Rosidae en pacientes con alergia respiratoria. *Revista Alergia México* 2014; 61:327-335.
- Wagner, N., Rudert, M. Sensitivity and specificity of standardised allergen extracts in skin prick test for diagnoses of IgE-mediated respiratory allergies. *Clin Transl Allergy* 9, 8 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13601-019-0248-9>
- Soto Angulo S, Partida Gaytán A, Romero Pérez M, Martínez Viveros A, Díaz García L, Bautista García S. Análisis descriptivo de la sensibilización a alérgenos en una población pediátrica. *Medigraphic.* 2015;24(2):40-53.
- Sánchez J, Sánchez A, Cardona R. Preguntas comunes en alergias. Enfoque práctico para el diagnóstico y manejo en atención primaria. *Rev Alerg Mex.* 2018;65(3):197-207
- Banco de indicadores, Tehuacán Puebla [Internet]. INEGI. 2015 [citado 8 mayo2020]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=21156#divFV1002000001>
- Arredondo Gutiérrez RS, López Castañeda G, Bravo Jiménez J de D, Hernández Teolino PH, et al. Tehuacán [Internet]. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, estado de Puebla. 2018 [citado 9 mayo 2020]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21156a.html>
- INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tehuacán Puebla; 2009.
- Gogunskaya I, Zaikov S, Bogomolov A. DIAGNOSTIC PARAMETERS OF IN VIVO (SKIN PRICK) AND IN VITRO (ELISA) TESTS FOR DETERMINATION OF EPIDERMAL CAT AND DOG ALLERGENS SENSITIZATION IN PATIENTS WITH ALLERGIC RHINITIS AND ATOPIC ASTHMA. *Georgian Med News.* 2020;(302):76-81.
- García-Gomero D, López-Talledo MDC, Galván-Calle C, Muñoz-León R, Matos-Benavides E, Toribio-Dionicio C, et al. Sensibilización a aeroalérgenos en una población pediátrica peruana con enfermedades alérgicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2020;37(1):57- 62. Doi: <https://doi.org/10.17843/rpmpesp.2020.371.4460>
- Suárez-Gutiérrez M, Macías-Garza JE, López-Ortiz DJ, Fuentes B, Álvarez-Cardona A. Sensibilización a aeroalérgenos en pacientes con rinitis alérgica en Aguascalientes, México. *Rev Alerg Mex.* 2019;66(4):388-393
- González-Díaz SN, Arias-Cruz A, Ibarra-Chávez JA, Elizondo-Villarreal B, Rivero-Arias DM, Salinas-Díaz MR. Prevalencia de sensibilización a hongos en pacientes con alergia respiratoria. *Rev Alerg Méx.* 2016 abr-jun;63(2):143-153.

# Respuesta fisiológica de tres cereales sometidos a diferentes tiempos de imbibición y tipos de secado

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa<sup>\*1</sup>, MP. María Alejandra Torres Tapia<sup>2</sup>, MC. Modesto Colín Rico<sup>3</sup>, Ing. Carlos García González<sup>4</sup>, Dr. Humberto de León Castillo<sup>5</sup>

## Resumen

**Una estrategia para mejorar el establecimiento de un cultivo en condiciones de temporal es la prehidratación de la semilla, que también se ha usado para contrarrestar los efectos negativos del proceso degenerativo de las semillas. Cinco genotipos (tres trigos, una cebada y un triticale) se humedecieron por 4, 8 y 12 horas y se secaron al ambiente y en estufa, evaluando posteriormente su germinación y vigor utilizando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los métodos de secado solo afectaron la longitud de plúmula, los tiempos de imbibición afectaron casi todas las variables. Entre genotipos hubo diferencias altamente significativas en su germinación y vigor, destacando el trigo AN-373-09. Se detectó una interacción entre los genotipos con los tiempos de imbibición y método de secado, con el trigo AN-366-09 y el triticale mostrando interacciones negativas en la mayoría de las variables, excepto la longitud de plúmula donde sobresalió el triticale.**

**Palabras clave:** Trigo harinero, imbibición, secado, germinación, vigor.

## Introducción

Una estrategia para mejorar el establecimiento de un cultivo en condiciones de temporal es el pretratamiento o prehidratación de la semilla, el cual también se ha usado para contrarrestar los efectos negativos del proceso degenerativo de las semillas, usando agua o agua con reguladores de crecimiento con el fin de mejorar la capacidad germinativa y el vigor (Butola y Badola, 2004). Mediante el proceso de imbibición de la semilla en agua o en soluciones diversas es factible mejorar su calidad fisiológica a través de la uniformidad en el porcentaje de germinación y mejorar el vigor (Artola et al., 2003).

La etapa de imbibición, tiene un papel importante en el manejo de la semilla ya que a bajas temperaturas reduce el vigor de las plántulas de algunas especies y beneficia a otras, este fenómeno en general está relacionado a la fisiología de absorción de agua y respiración de la semilla; y los tratamientos pregerminativos promueven la sincronización e incrementan la velocidad de germinación de la población de semillas (Sánchez et al., 2001; Butola y Badola, 2004).

El secado es el método universal de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que preserve su aspecto, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla, al mismo tiempo que evita generar condiciones favorables de humedad para el desarrollo de microorganismos potencialmente dañinos para el grano o semilla. En los países en desarrollo, los métodos disponibles para secar los productos agrícolas a nivel del agricultor utilizan una combinación de radiación solar y el movimiento natural del aire ambiente (secado natural), otros métodos de secado (secado artificial) utilizan abanicos o máquinas secadoras que requieren de una mayor experiencia, esfuerzo e inversión por parte del agricultor (Arias, 1993), además del costo que representa su uso y mantenimiento.

En el presente trabajo se estudió el comportamiento fisiológico de la semilla de tres cereales de grano pequeño (tres genotipos de trigo, un genotipo de triticale y un genotipo de cebada), sometidos a tres tratamientos de imbibición (4, 8 y 12 horas) y dos tipos de secado posterior a los tratamientos de imbibición (secado natural y en estufa de secado), con el objetivo de evaluar su respuesta fisiológica a través de la germinación y vigor, bajo la hipótesis de que el tipo de secado y los tratamientos de imbibición no afectan su respuesta fisiológica.

<sup>1</sup>El Dr. Víctor Manuel Zamora Villa es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. [victor.zamora@uaaan.edu.mx](mailto:victor.zamora@uaaan.edu.mx) (Autor corresponsal).

<sup>2</sup>La MP María Alejandra Torres Tapia es Alumna del Doctorado en Ciencias Manejo y Administración de Recursos Vegetales de la FCB en la UNAL. [atorres\\_tapia@hotmail.com](mailto:atorres_tapia@hotmail.com)

<sup>3</sup>El MC. Modesto Colín Rico es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila. [modesto.colin@uaaan.edu.mx](mailto:modesto.colin@uaaan.edu.mx)

<sup>4</sup>El ingeniero Carlos García González es egresado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, [Coahuila.carlosgarciagonzalez849@gmail.com](http://Coahuila.carlosgarciagonzalez849@gmail.com)

<sup>5</sup>El Dr. Humberto de León Castillo es Profesor Investigador en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. [hleonc62@hotmail.com](mailto:hleonc62@hotmail.com)

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Laboratorio producción de Semillas de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, situada geográficamente entre las coordenadas 101° Longitud Oeste y 25° 22’ Latitud Norte, a una altitud de 1742 msnm. Se utilizaron cinco genotipos de las especies que aparecen en el Cuadro 1, cuya semilla fue producida en el ciclo 2018-2019 en la localidad de Zaragoza, Coahuila.

Cuadro 1. Identificación y nombre de los cinco genotipos de las tres especies evaluadas en condiciones de laboratorio.

Genotipo/ Clave
Triticale “Huerfanita”
Trigo “AN-263-99”
Trigo “AN-366-09”
Trigo “AN-373-09”
Cebada “GABYAN-95”

A los genotipos se les determinó su contenido de humedad inicial y se procedió a colocar 200 gr de cada material genético en vasos de precipitado de 500 ml agregándole agua desionizada, suficiente hasta cubrir por completo la semilla. Esto se repitió tres veces debido a los tratamientos de imbibición correspondientes a 4, 8 y 12 horas de imbibición. Los vasos de precipitado con agua y semilla se colocaron en un agitador para homogenizar la imbibición en todas las semillas, al cumplir con su tiempo de imbibición establecida (4, 8 y 12 horas), a la semilla se le quitó el agua y se prosiguió a realizar los tratamientos de secado. El material imbibido se dividió en dos partes para aplicar los tratamientos de secado: para el secado artificial se utilizó una estufa de secado con aire forzado a una temperatura de 35 °C , introduciendo la semilla en charolas de tela de aluminio con separaciones de 3 mm y medidas de 15 x 15 x 5 cm, mientras que el secado natural se realizó a temperatura ambiente en charolas iguales. En ambos casos se interrumpió el secado cuando la semilla alcanzaba entre un 9 y 12% de humedad, el contenido de humedad se midió con un determinador marca GAG 2000. Cuando la semilla alcanzó el contenido de humedad deseado se almacenó en bolsas herméticas identificando genotipo, tiempo de imbibición y tipo de secado para su posterior análisis de calidad. En el análisis de la calidad fisiológica de la semilla (germinación y vigor), se realizaron cuatro repeticiones por genotipo y tratamiento, colocando 25 semillas sobre papel germinación “Anchor” , humedecido con agua, cubriendo con otro papel y enrollando ambos para formar un “taco” por cada repetición, siendo identificados por número de repetición y tratamiento, posteriormente se colocaron en bolsas de polietileno con capacidad de un kilogramo; luego fueron llevados a una cámara germinadora marca Lumistell a 25 ±1 °C con 8 horas de luz y 16 horas de oscuridad durante 10 días.

A los 10 días se realizó el conteo, determinando el número de Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA) y Semillas Sin Germinar (SSG) registrando los resultados en porcentaje (ISTA, 2004). Se consideraron plántulas normales aquellas que obtuvieron sus estructuras esenciales sin defectos, bajo las condiciones de agua, luz y temperatura descritas; también aquellas que presentaron ligeros defectos o cierto retardo, sin que esto limite su crecimiento y desarrollo y revelaron un desarrollo vigoroso y balanceado. Así mismo las plántulas con daño superficial o deterioro en el epicótilo, siempre y cuando el daño no afecto los tejidos conductores y aquellas que estuvieron invadidas o dañadas por hongos y bacterias, siempre y cuando fuera evidente que la fuente de infección no era la semilla, y que presentaron las estructuras esenciales.

Se consideraron como plántulas anormales aquellas que no pudieron ser clasificadas como normales por tener alguna deficiencia en desarrollo de sus estructuras esenciales, impidiendo su desarrollo normal en condiciones favorables de agua, luz y temperatura: plántulas deformes, con desarrollo débil o desequilibrado de las estructuras primordiales: plúmulas retorcidas en espiral; plúmulas; talluelos hinchados y raíces sin desarrollo; plúmulas hendidas o coleóptilos sin hojas verdes. Plántulas con estructuras esenciales deterioradas por hongos o bacterias, excepto en el caso que se determine que dicha infección no proviene de la semilla (Moreno, 1996). Las semillas sin germinar se consideraron aquellas que presentaron incapacidad para germinar, por diferentes causas como lo pueden ser las siguientes: Semillas latentes. Se denominan así las semillas viables (diferentes de las semillas duras) que no germinan aun cuando estén bajo las condiciones que se especifican para dicha especie. Se debe registrar en porcentaje de semillas latentes.

Semillas muertas. Son aquellas que no germinan y no muestran ningún signo de desarrollo y comúnmente están flácidas, decoloradas y con presencia de hongos. Se debe registrar en porcentaje de semillas muertas.

Para determinar la Longitud Media de Plúmula (LMP) usada como parámetro para medir el vigor, se trazaron cinco líneas paralelas de 2 cm marcadas desde el eje de 30 cm del papel a partir de la parte media hacia arriba. En la línea central se colocaron una cinta adhesiva de doble pegamento las 25 semillas de cada repetición del tratamiento y genotipo, a un cm de separación quedando en su parte media sobre la línea central y orientadas para su crecimiento. Al final del ensayo se contaron el número de plúmulas que están situadas en cada paralela. A las líneas se les dio un valor de 1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13 cm valor del punto medio de cada paralela a la línea central.

El número de plúmula que queda en cada línea se multiplicó por la correspondiente distancia y se suma, dividió la longitud total entre el número de semillas (25). Las plántulas clasificadas como anormales se excluyen del conteo. La longitud media de radícula (LMR), se determinó de las plántulas normales resultantes de la prueba de capacidad de germinación a los 10 días después de la siembra, midiendo la raíz de cada plántula normal de cada repetición, tratamiento, con ayuda de una regla graduada, promediando la longitud resultante de cada repetición y registrando los datos en centímetros. Se utilizó un diseño trifactorial con arreglo completamente al azar con cuatro repeticiones. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1989) y se realizaron pruebas de medias con la DMS al 0.05% de probabilidad y regresiones lineales sobre los tiempos de imbibición (Steel y Torrie, 1996).

### Resultados y discusión

Los tipos de secado solamente afectaron la variable longitud media de plúmula (LMP) de forma altamente significativa ( $p < 0.01$ ), mientras que en el resto de variables no hubo diferencias entre el secado de semilla a la intemperie y mediante estufa de secado. Los tiempos de imbibición no afectaron la LMP y el porcentaje de semillas sin germinar (SSG), pero si al resto de variables, confirmando su efecto sobre la germinación y el vigor mediante longitud media de radícula (LMR). La interacción de métodos de secado por los tiempos de imbibición (S\*I) afectó la respuesta de todas las variables de forma altamente significativa, excepto en SSG que solo reportó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), sugiriendo que esta interacción afecta la germinación y el vigor, justificando en parte la presente investigación. Entre los genotipos evaluados hubo diferencias altamente significativas en las variables evaluadas, excepto en SSG, lo cual difiere de las afirmaciones respecto a que SSG pudiera estar determinada por el genotipo (Copeland y McDonald, 2001) y sugiriendo que existe variación genética entre los genotipos evaluados, máxime cuando se evalúan tres especies como en el presente trabajo. Las interacciones: genotipos\*secado (G\*S), genotipos por tiempo de imbibición (G\*I) y la triple interacción de los genotipos por secado por tiempo de imbibición (G\*S\*I), provocaron alta significancia en todas las variables evaluadas, tal como se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Cuadros medios y nivel de significancia en las variables plántulas normales (PN), anormales (PA), semillas sin germinar (SSG), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco (PS).

Fuente de variación	Grados de Libertad	PN	PA	SSG	LMP	LMR
Secado (S)	1	136.53	0.67	16.13	11.36**	0.83
Imbibición (I)	2	579.73**	606.91**	1.73	1.18	23.27**
S*I	2	1960.53**	1827.97**	17.73*	20.79**	5.77**
Genotipo (G)	4	1775.53**	1285.92**	9.53	28.47**	50.67**
G*S	4	1090.20**	754.92**	11.13	13.50**	10.36**
G*I	8	838.73**	522.20**	5.23	6.73**	5.30**
G*S*I	8	902.2**	594.35**	8.23	8.39**	7.37**
E.E.	90	116.36	120.32	5.56	1.63	1.26

\*\* =Nivel de significancia (0.01 %), \* =Nivel de significancia (0.05 %), ns =No significativo.

La comparación de medias entre los tipos de secado mostró que solamente en la variable LMP hubo diferencias la 0.05 de probabilidad (Cuadro 3), mientras que en el resto de variables no hubo diferencia entre el sacado natural y artificial, confirmando lo reportado por el análisis de varianza y difiriendo en lo aseverado por Demir *et al.*(2008), quienes mencionan que el vigor de la semilla está influenciada por el secado después de la cosecha, aunque otros factores como rasgos genéticos, condiciones ambientales, fecha de cosecha, y condiciones de almacenamiento pueden influir. Esto sugiere que el secado de semilla después de imbibición puede hacerse a nivel artesanal por parte del productor y se beneficiará con una germinación uniforme y mayor longitud de plúmula (Butola y Badola, 2004), que sin duda favorecerá el establecimiento del cultivo de forma rápida y uniforme. Respecto a los tiempos de imbibición estudiados, a partir de las 8 horas se mejora la capacidad de germinación, con una leve disminución de la LMR, pero sin afectar la LMP, aunque no existen diferencias entre la imbibición por 8 y 12 horas, probablemente el remojar por 8 horas la semilla, luego secar y posteriormente sembrar o como en este estudio, poner a germinar la semilla, puede representar una buena opción como tratamiento pregerminativo.

Entre los genotipos se formaron dos grupos de significancia en las variables de germinación y hasta cinco grupos de significancia en las de vigor (LMP y LMR), con cebada GABYAN95 y los trigos AN-373-09 y AN-263-99 formando el primer grupo de significancia en el número de plántulas normales (Germinación), todos superando el 90% de germinación; por su parte el triticale Huerfanita mostró la mayor LMR combinada con la menor LMP (Cuadro 3), relación que probablemente le confiere mayor capacidad para establecerse en el terreno bajo condiciones adversas, ya que se ha establecido que un mejor sistema radicular pudiera representar una ventaja para la tolerancia a la sequía.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de comparación de medias entre tratamientos de secado, imbibición y genotipos en la prueba de capacidad de germinación en las variables plántulas normales (PN), anormales (PA) y semillas sin germinar (SSG) y longitud media de plúmula (LMP) y radícula (LMR) consideradas de vigor.

Tratamiento secado	Media PN	Media PA	Media SSG	Media LMP	Media LMR
Natural	86.00 a	10.82 a	1.93 a	6.68 a	7.12 a
Artificial	88.13 a	10.67 a	1.20 a	6.06 b	6.95 a
Tiempo Imbibición	Media PN	Media PA	Media SSG	Media LMP	Media LMR
4 h	83.40 b	15.10 a	1.50 a	6.17 a	7.90 a
8 h	91.00 a	7.60 b	1.40 a	6.50 a	6.75 b
12 h	86.80 ab	9.52 b	1.80 a	6.43 a	6.46 b
Genotipo	Media PN	Media PA	Media SSG	Media LMP	Media LMR
Triticale	78.67 b	18.67 a	2.67 a	4.87 d	8.51 a
AN-263-99	91.00 a	7.83 b	1.17 b	6.79 b	7.74 b
AN-366-09	77.17 b	18.21 a	1.50 ab	5.73 c	6.12 c
AN-373-09	92.17 a	6.67 b	1.17 b	7.70 a	7.85 b
Cebada	96.33 a	2.33 b	1.33 ab	6.75 b	4.97 d

Medias con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales ( $P < 0,05$ )

En la Figura 1 se aprecia la interacción de los genotipos con el tipo de secado y el tiempo de imbibición en la variable plántulas normales, en la cual el genotipo AN-366-09 con 12 horas de imbibición y secado natural de la semilla pierde su capacidad de germinación disminuyéndola hasta el 20%, en condiciones de laboratorio, lo cual indica que algunos genotipos responden de manera desfavorable a mayores tiempos de imbibición y el posterior secado de semilla, por su parte el triticale Huerfanita a las 4 horas de imbibición y secado en estufa a 35 °C (secado artificial) vio afectada su capacidad de germinación; dichos comportamientos se vieron reflejados (Figura 2), en mayores cantidades de plántulas con anomalías (PA) y plúmulas de menor longitud en los genotipos mencionados (Figura 3), características que inciden en menores tasas de germinación y emergencia en campo, que pudieran mejorarse con un pretratamiento de semilla (Giri and Schillinger, 2003).

En las Figuras 1 y 2 resalta el comportamiento mostrado por la cebada GABYAN95 que al parecer no fue afectado por los tratamientos de imbibición impuestos, sugiriendo la posibilidad de explorar mayores tiempos de imbibición en esta especie, ya que su semilla cuenta con cubiertas que pueden interferir con el paso del agua y afectar así el proceso de imbibición.

Por su parte en la Figura 4, se aprecia como la cebada mostró un comportamiento muy diferente del resto de genotipos en su longitud de radícula, lo cual pudiera ser una característica de la especie que necesita confirmarse con estudios posteriores. Lo anterior aplica también para el triticale, ya que mostró valores superiores a los trigos evaluados y requiere de estudios posteriores con mayor número de genotipos de dicha especie. Estas figuras permiten particularizar las combinaciones más adecuadas a los genotipos evaluados, así para mejorar la capacidad de germinación del AN-263-99 se recomiendan 12 horas de imbibición y cualquiera de los dos tipos de secado de semilla, en cambio para el triticale, 8 horas de imbibición y secado artificial parece ser la mejor combinación para su germinación; lo mismo aplica para el trigo AN-366-09, el cual sin lugar a dudas fue el genotipo más afectado por las 12 horas de imbibición y el secado natural de semilla, coincidiendo con Artola et al.(2003), respecto a los beneficios del hidroacondicionamiento sobre el vigor.

En las variables de vigor AN-263-99 respondió bien a las 12 horas de imbibición, excepto para LMR cuando se secó artificialmente (Figura 4) comportamiento casi generalizado en los genotipos evaluados, mientras que en el secado

natural el comportamiento fue diferente entre los genotipos, con grandes diferencias entre ellos y un poco menos diferentes cuando se visualizan las 8 horas de imbibición. Dado que no se presentó significancia en la triple interacción para semillas sin germinar, no se contempló la inclusión de una figura para dicha variable.

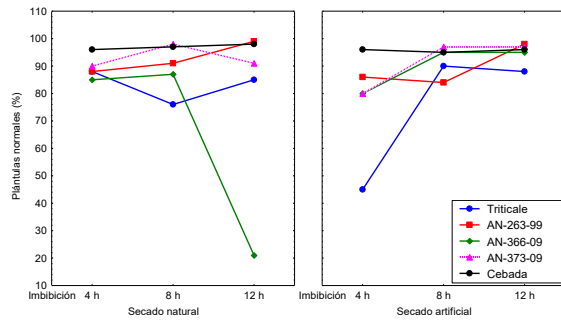


Figura 1. Interacción de genotipos con tipo de secado y tiempo de imbibición en la variable plántulas normales en condiciones de laboratorio.

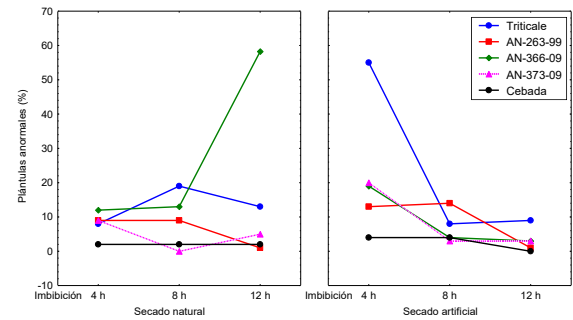


Figura 2. Interacción de genotipos con tipo de secado y tiempo de imbibición en la variable plántulas anormales en condiciones de laboratorio.

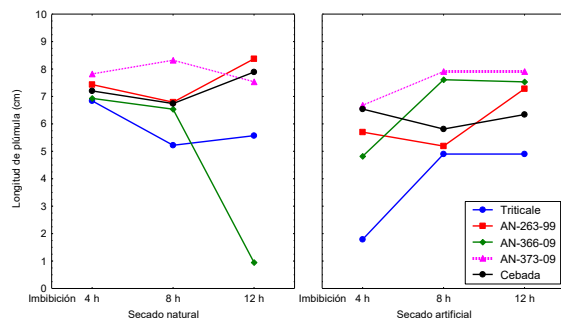


Figura 3. Interacción de genotipos con tipo de secado y tiempo de imbibición en la variable LMP en condiciones de laboratorio.

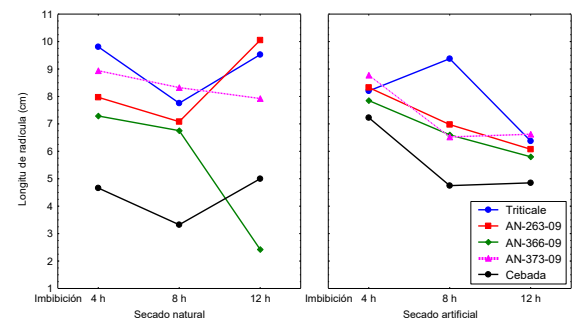


Figura 4. Interacción de genotipos con tipo de secado y tiempo de imbibición en la variable LMR en condiciones de laboratorio.

La regresión para estudiar el comportamiento de los genotipos a través de los tiempos de imbibición no se ajustó a algún modelo de regresión lineal que pudiera ayudar a explicar su comportamiento en las variables estudiadas, sugiriendo la necesidad de mayores estudios con espacios de exploración más amplios.

### Conclusiones

Los tipos de secado de semilla no afectaron la germinación, pero pueden afectar la longitud media de plúmula. De los genotipos evaluados, la cebada y los trigos AN-373-09 y AN-263-99 sobresalieron como los de mayor poder germinativo, ya que presentaron el mayor porcentaje de plántulas normales, pero cebada mostró la menor longitud de radícula y AN-373-09 la mayor longitud de plúmula (mayor vigor). Al parecer 8 horas o más de imbibición pueden favorecer la germinación y vigor, pero existen genotipos como el AN-366-09 que pueden verse afectados por tiempos de imbibición de 12 horas o más, por lo cual es deseable que se determine el tiempo de imbibición adecuado para cada genotipo.

### Literatura citada

Arias, C. 1993. Manual de manejo postcosecha de granos a nivel rural. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile.

- Artola, A. G; Carrillo, C. and García, de los S. G. 2003. Hydropriming: a strategy to increase *Lotus corniculatus L.* seed vigor. Seed Sci.TECH. 31:455-463.
- Butola, J. S. and Badola, H.K. 2004. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in *Angelica glauca*, a threatened medicinal herb. Curr. Sci. 87:796-799.
- Copeland L O and MB McDonald. 2001. Principles of seed science and technology. (4<sup>th</sup> ed.). Kluwer Academic Publishers.
- Demir I., Tekin A., Okmen Z.A., Okcu G., Kenanoglu B.B. 2008. Seed quality, and fatty acid and sugar contents of pepper seeds (*Capsicum annum L.*) in relation to seed development and drying temperatures. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 32(6): 529-536.
- Giri GS and Schillinger WF. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Sci. 43:2135-2141.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2004. International Rules for Seed Testing. Zurich, Switzerland. 243p.
- Sánchez, J. A., R. Orta, y B. Muñoz. 2001. Tratamientos pre germinativos de hidratación – deshidratación de las semillas y sus efectos en plantas de interés agrícola. Agronomía. Costarricense. 25: 67-92.
- Moreno M.E., 1996. Análisis físico y biológico de semillas 3<sup>a</sup> Ed. UNAM. México. p.113-122.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's guide. Versión 6. Fourth edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Steel RGD and JH Torrie. 1996. Bioestadística: principios y procedimientos. (2<sup>da</sup> ed.). McGraw-Hill.



# Estudio sobre la práctica y funcionamiento del Modelo Educativo por Competencias en los Institutos Tecnológicos Federales del estado de San Luis Potosí

MEH Irene Zapata Silva<sup>1</sup>, Ing. Martha Griselda Moncada Pérez<sup>2</sup>, Quim. Ángela Rebeca Garcés Rodríguez<sup>3</sup>, MPN Bertha Liliana Gutiérrez Aguilar<sup>4</sup>, MEH José ángel Sandoval Marín<sup>5</sup>. Estudiante<sup>6</sup>: Luis Martín Rodríguez Vega

**Resumen**— Esta Investigación permitió identificar el grado de desviación en la operación y evaluación de las materias que cursan los estudiantes de Ingeniería respecto de los programas de estudio que están bajo el Modelo Educativo por Competencias (MEC). Este ejercicio de evaluación es importante para establecer estrategias de aseguramiento, modificación o cambio en la operación del MEC, luego de que se haga un análisis por la academia e instancias interesadas.

La parte de la investigación que permitió conocer más de cerca cómo es la realidad estudiada; es la que se refiere al trabajo de campo, dónde con ayuda de los instrumentos de registro diseñados para tal efecto se pudo obtener información importante para interpretar lo que sucede en dicho contexto.

**Palabras clave:** *Modelo Educativo por Competencias, Tecnológicos Federales, San Luis Potosí, Ingeniería, funcionamiento.*

## Introducción

Todo ejercicio de evaluación es importante para proponer estrategias de aseguramiento, modificación o cambio en aquellas partes del modelo que lo requieran, así como en los actores que intervienen en su implementación y considerando, que la evaluación debe ser objetiva, precisa y apegada a un objetivo entendemos que el ejercicio de la Investigación para este fin es necesaria y debe compartirse en su planeación y ejecución con todos aquellos elementos que intervienen, para que el escenario de la retroalimentación se vea enriquecido por la experiencia de quienes intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

El Modelo de Educación por Competencias que desde hace diez años se ha venido implementando en el sistema de Institutos Tecnológicos bajo el Modelo Educativo para el Siglo XXI, ha generado ya una buena cantidad de cuestionamientos al interior de las academias con gran inquietud por saber; que tan efectivo ha resultado, mejoras con respecto de los contenidos temáticos, la actitud de los estudiantes frente a la adquisición del conocimiento, la percepción del docente con base a la mejora en la obtención de habilidades para la solución de problemas, la toma de decisiones y la práctica profesional; son las circunstancias que harán de este estudio diagnóstico las premisas que se convierten en preguntas que habrán de responder los actores principales de este escenario: estudiantes, docentes, jefes de departamento y autoridades.

Se determinó como universo de trabajo a los docentes de tiempo completo que impartían materias en las carreras de Ingeniería del Modelo por Competencias.

El estudio abarca a los Tecnológicos Federales del Estado de San Luis Potosí, es decir, Matehuala, Ciudad Valles y San Luis Potosí.

## Fundamento Teórico

Desde siempre, la educación superior ha tenido un reconocido papel en el desarrollo cultural, económico y social del país. Una vez que se modifiquen las estructuras rígidas y monolíticas de la universidad y se replantee lo que debe enseñar y cómo se debe enseñar, se podrá priorizar lo que se debe aprender y cómo se debe aprender. Este cambio de paradigma dará lugar a que uno de los retos de la educación superior sea la formación de profesionales con un elevado nivel cultural, científico y técnico, la formación de ciudadanos y agentes que sean capaces de afrontar el conjunto de transformaciones a las que estamos aludiendo y a los que tendrá que enfrentarse de forma ineludible. Si importante

<sup>1</sup> La MEH Irene Zapata Silva es profesora de tiempo completo en el Departamento de Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. [irenezapata.itslp@gmail.com](mailto:irenezapata.itslp@gmail.com) (Autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Ing. Martha Griselda Moncada Pérez es profesora de tiempo completo en el Departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. [griseldamoncada@yahoo.com.mx](mailto:griseldamoncada@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Quim. Ángela Rebeca Garcés Rodríguez es profesora de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. [angelaregr@gmail.com](mailto:angelaregr@gmail.com)

<sup>4</sup> La MPN Bertha Liliana Gutiérrez Aguilar es profesora hora clase en el Departamento de Ciencias Económico Administrativas del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. [bertha.ga@slp.tecnm.mx](mailto:bertha.ga@slp.tecnm.mx)

<sup>5</sup> El MEH José Ángel Sandoval Marín es profesor de tiempo completo en el Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. [ingjasm53@yahoo.com.mx](mailto:ingjasm53@yahoo.com.mx)

<sup>6</sup> Luis Martín Rodríguez Vega, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México/Instituto tecnológico de San Luis Potosí. [lvega.sbx.98@gmail.com](mailto:lvega.sbx.98@gmail.com)

es el papel formativo de la educación superior, no hay que menospreciar el papel profesionalizador que en el siglo XXI se le debe otorgar a dicho nivel de enseñanza, para así contribuir a formar ciudadanos libres a través de una formación integral humanista, global, etcétera. Como señala la UNESCO: “Formar a los estudiantes para que se conviertan en ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas de la sociedad, buscar soluciones, aplicarlas y asumir responsabilidades sociales” (Declaración Mundial 1998).

Los desafíos educativos en tiempos de cambio, el ambiente laboral al que se enfrentarán los egresados de estas instituciones es una gran incógnita. Si se evoca la situación educativa hace veinte o treinta años, está claro que pocos avizoraban entonces la realidad tecnológica que se vive hoy, y que en aquellos tiempos no parecía importante adecuar la enseñanza a las necesidades del futuro porque, de algún modo se pensaba que, sin importar los cambios que el progreso pudiera traer, las bases culturales, idiosincrasias, los valores y las costumbres escolares iban a ser preservadas, o a lo sumo liberalizadas. (Rev. PRELAC, UNESCO, Vol. 1).

Qué es, entonces, lo que ha hecho que el futuro, ignoto por definición, acabe por imponernos su dinámica y de una manera tan concreta amenace a los sistemas educativos que fueron históricamente concebidos para reproducir la cultura y el conocimiento, y no para reinventarlos, (Firpo, 2010).

A pesar de los progresos en el acceso a la educación, persiste una calidad educativa deficiente al tiempo que se mantienen profundas desigualdades. ¿Es posible enfrentarse a problemas de tal magnitud con los enfoques y estrategias utilizados hasta el momento? Es necesaria una nueva dinámica que acelere la transformación educativa con el fin de resolver los retrasos históricos acumulados y conseguir que la región pueda competir en un mundo globalizado.

Lo cierto es que después de varias décadas de reformas educativas apenas se ha conseguido elevar los conocimientos y las competencias de los alumnos, reducir las desigualdades, fortalecer la escuela pública y lograr una preparación del profesorado acorde con las nuevas demandas sociales y culturales. No parece que las reformas educativas impulsadas hasta aquí hayan logrado sus objetivos programáticos, por lo que sería necesario plantearse nuevas estrategias capaces de conseguir con mayor acierto sus finalidades. (Metas Educativas 2021).

Lo que los empleadores van a pretender, y ya lo están haciendo, es que el empleado que contratan sepa pensar, trabajar colaborativamente, solucionar problemas complejos, que sea innovador, creativo, que tenga capacidad de autogestión, entre otras.

Por eso es necesario que la Educación Superior deba tender a una formación integral. Esto supone abandonar los métodos tradicionales de transmisión de conocimiento y optar por el desarrollo en los estudiantes de capacidades, habilidades, actitudes y valores; formar en competencias. Una de las claves para llevar con éxito la configuración y la de reflexionar en torno a la necesidad de formar y desarrollar, en los futuros egresados, es; que la educación sea comprensiva, flexible, motivadora e integrada y de calidad, esto se puede lograr con una formación basada en Competencias profesionales (Martínez Clares, 2008).

En lo que respecta a la Formación-Aprendizaje basado en competencias, comprender el sentido del término competencia, a través de una delimitación conceptual, profundizar en la nueva Formación en Educación Superior y más concretamente en el Aprendizaje de Competencias y, reflexionar sobre las ventajas y limitaciones de este tipo de formación (Martínez Clares, 2008).

### ***Las Competencias en el Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica (SNEST).***

Una competencia es una capacidad profesional que implica una construcción intelectual culturalmente diseñada, desarrollada en un proceso formativo. Se puede ver a la competencia como la combinación y desarrollo dinámico de conjuntos de conocimientos, capacidades, habilidades, destrezas y atributos de carácter intelectual y procedimental que se constituyen en un desempeño profesional producto de un proceso educativo. (Asertum 2012).

Las competencias se entienden como:

- a. La capacidad de conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico).
- b. La capacidad de saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa del conocimiento de ciertas situaciones).
- c. La capacidad de saber cómo ser (los valores como parte integrante de la forma de percibir a otros y vivir en un contexto social), (Soriano Anaya, 2008, p.178).

El Modelo educativo basado en competencias está estructurado con enfoque a la formación y el desarrollo de competencias profesionales, regido por la premisa de formar capital humano de alto nivel, en el entendido de que es y será un referente institucional estratégico que alentará el quehacer académico en los tecnológicos, con el fin de consolidar su desarrollo (Modelo Educativo para el Siglo XXI).

La educación superior tecnológica, está influida por el acelerado ritmo de desarrollo de la ciencia y tecnología, por lo tanto el modelo educativo por competencias debe aportar e integrar procesos de formación que sean eficaces y reflexivos, el saber (contenido conceptual) con el saber hacer (aplicación conceptual) profesional. Donde la curiosidad intelectual o el afán de conocer no bastan para legitimar los años y los gastos invertidos en cualquier esfuerzo

académico. Porque en el fondo, el poder de la reflexión garantiza y conduce a estrategias de pensamiento para la creación, formulación y desarrollo de proyectos de diversas tecnologías.

El modelo educativo por competencias debe a través de su implementación generar espacios apropiados para propiciar la construcción de ambientes de aprendizaje dentro y fuera de los institutos tecnológicos, para que docentes y sobre todo los estudiantes se integren a las comunidades de conocimientos de vanguardia (Duarte, J., 2003). Al abordar el tema de las competencias docentes se adopta la definición de Perrenoud (2007, p.36) como “la aptitud para enfrentar eficazmente una familia de situaciones análogas, movilizándolo a conciencia y de manera a la vez rápida, pertinente y creativa, múltiples recursos cognitivos: saberes, capacidades, micro-competencias, informaciones, valores, actitudes, esquemas de percepción, de evaluación y de razonamiento”. La formación docente para este siglo XXI puede estar enmarcada en escenarios de incertidumbre, que conduzcan al docente a poner en práctica habilidades y actitudes para generar posibles alternativas de solución ante situaciones problemáticas que atañen al escenario educativo bien convulsionado de cambios y transformaciones (Oviedo G., Apertura, Vol. 1, No. 1, 2009).

Partiendo de lo anterior, los docentes son considerados como el eje del proceso educativo, que forman parte de las principales preocupaciones derivadas del modelo por competencias que, para ser congruente con las nuevas exigencias de la sociedad tendrá que poner al día la formación inicial y continua del profesorado, actualizar su desempeño, así como desarrollar diferentes estrategias y recursos para realizar su evaluación.

El eje central en el cual gira todo proceso educativo; es el estudiante. Las competencias del estudiante determinan aquello que busca potenciar su formación, que posibilita en los estudiantes abordar y resolver problemas nuevos, con creatividad. Su definición es una tarea fundamental, tanto para los agentes implicados en la formación del futuro profesional como para las instituciones u organizaciones en las que se desempeñarán el día de mañana. Es por ello que una definición compleja, sistémica e integral de las competencias contiene no sólo la dimensión cognoscitiva y la dimensión del hacer, sino también la dimensión del ser, en el proceso de desempeño. No se puede plantear que la idoneidad es sólo realizar con excelencia un trabajo al servicio de los intereses económico-empresariales, sino que la idoneidad es saberse desempeñar con excelencia también en los demás planos de la vida humana y la sociedad buscando que los estudiantes se conecten de forma pertinente con el mundo del trabajo (Tobón, 2006). La relevancia de toda reforma educativa, en el caso particular del modelo educativo por competencias es evaluar el proceso de evolución en el tiempo y espacio de aplicación. Esta evaluación permitirá identificar, orientar, valorar e impulsar áreas de desempeño que precisan ser fortalecidas; por ejemplo, mediante mejor capacitación a docentes para alcanzar e impactar de forma determinante en el entorno en el cual están inmersos los Institutos Tecnológico Federales.

### **Descripción del Método**

#### **Metodología:**

Esta es una Investigación que tiene su encuadre en la línea de Investigación Educativa. Es de tipo preliminar y conlleva un trabajo de investigación de campo, en donde se aplicarán cuestionarios y guías de entrevista a autoridades, jefes de departamento, docentes, estudiantes y miembros de la comunidad, ya que; todos ellos juegan un papel importante en el desarrollo del Modelo Educativo por Competencias.

La parte de la investigación permitió conocer más de cerca cómo es la realidad estudiada; en lo que se refiere al trabajo de campo, dónde con ayuda de los instrumentos de registro diseñados para tal efecto se obtuvo información importante para interpretar lo que sucede en dicho contexto.

La Investigación se realizó a partir de la consideración de la siguiente premisa:

“El proceso de capacitación al personal docente para la aplicación del Modelo Educativo por Competencias no ha sido uniforme ni en contenido, ni en tiempo, ni en forma”.

#### **Universo de Trabajo**

El Universo de Trabajo para este estudio, se conformará por los tres Tecnológicos Federales del estado de San Luis Potosí (Ciudad Valles, Matehuala y San Luis Potosí, Capital). En particular se consideraron Jefes de Departamento Académicos, profesores de tiempo completo que en el momento del estudio estuvieran impartiendo materias bajo en Modelo de Competencias y a estudiantes de las Carreras de Ingeniería.

A continuación se presenta el universo de trabajo:

#### **Tecnológico de San Luis Potosí:**

- 5 Jefes de Departamento; Departamento de Ciencias Básicas, Eléctrica-Electrónica-Mecatrónica, Industrial, Metal-Mecánica y Sistemas e Informática.
- 78 Docentes de tiempo completo que imparten cátedra en el MEC.
- 1948 Estudiantes de las carreras de Ingeniería.

#### **Tecnológico de Ciudad Valles:**

- 4 Jefes de Departamento: Departamento de Ciencias Básicas, Industrial, Sistemas Computacionales e Ingenierías.
- 53 Docentes de tiempo completo que imparten cátedra en el MEC.

- 1056 Estudiantes de las carreras de Ingeniería.

**Tecnológico de Matehuala:**

- 4 Jefes de Departamento; Departamento de Ciencias Básicas, Industrial, Sistemas e Informática y Ciencias de la Tierra
- 4 Docentes de tiempo completo que imparten cátedra en el MEC.
- 515 Estudiantes de las carreras de Ingeniería.

**Total del universo de trabajo:**

- 13 Jefes de Departamento
- 145 Docentes de tiempo completo
- 3519 Estudiantes de 1° a 5° semestre

**Muestra:**

Para la muestra se consideró a los estudiantes de Ingeniería en la modalidad de enseñanza presencial, inscritos en el semestre enero-junio 2017, del Tecnológico de San Luis Potosí, Tecnológico de Matehuala y Tecnológico de Ciudad Valles.

La selección de la muestra fue obtenida mediante el uso de la fórmula para muestreo aleatorio, y se distribuyó de acuerdo al total de cada una de las áreas de conocimiento de los Tecnológicos participantes en el estudio.

Se obtuvo de los totales mencionados en el universo de trabajo lo siguiente:

- 64 Docentes de tiempo completo
- 374 Estudiantes de 1° a 5° semestre

Las entrevistas a los Jefes de Departamento y la aplicación de cuestionarios a docentes y estudiantes, se realizaron de manera presencial; es decir, en cada Tecnológico y dentro del horario de clase y de trabajo correspondiente.

**Comentarios Finales**

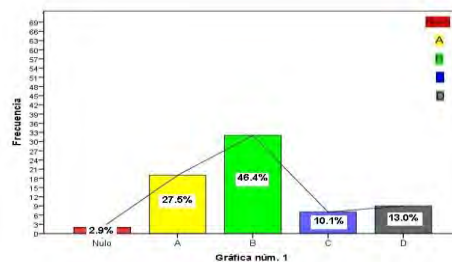
**Resumen de resultados**

Los aspectos que se incluyeron como indicadores son: la identificación del concepto de competencias en donde se encuentra que el 46.4% de la muestra lo conoce, dicho porcentaje corresponde al grupo de profesores que eligió como respuesta el concepto estructurado por la DGEST para el Modelo de Educación por Competencias (MEC). La pregunta planteada se muestra en la Gráfica 1.

1.- De los conceptos de “COMPETENCIA” que se enuncian enseguida elija el que se ha tomado como base de nuestro modelo educativo

**Estadísticos**

N Válidos	67
Nulos	2



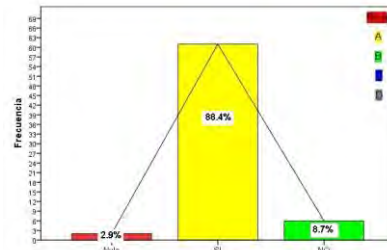
Gráfica 1. Identificación del concepto de competencias

Fuente: Elaboración propia

A la pregunta de si ha sido capacitado en los últimos cinco años para la aplicación del modelo de educación por competencias, se encontró que los docentes consideran haber recibido capacitación relacionada con la metodología para la aplicación del MEC (84.4%). Gráfica 2. Estos dos porcentajes permitieron deducir que el proceso de aplicación del modelo observó ya en un porcentaje significativo que los docentes de los Tecnológicos Federales del Estado de San Luis Potosí conocen el modelo al menos en sus fundamentos teóricos, ya que han sido capacitados en cursos presenciales y diplomados a distancia..

**Estadísticos**

N	Válidos	67
	Nulos	2



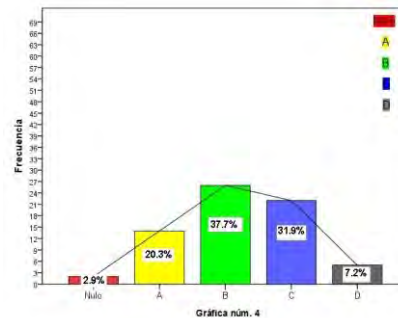
Gráfica 2. Pregunta ¿Ha sido capacitado en los últimos cinco años para la Aplicación del modelo de educación por competencias?

Fuente: Elaboración propia

Esta capacitación es considerada por los propios docentes como suficiente, lo cual; se pudo interpretar como la obtención de los conocimientos mínimos necesarios para la correcta operación del modelo (37.7%). Por su parte, el estudiantado manifestó haber recibido información sobre el modelo principalmente por parte de sus profesores (53.2%). Grafica 3.

N	Válidos	67
	Nulos	2

**Estadísticos**



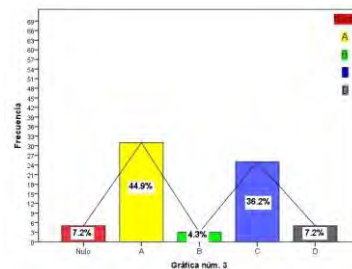
Gráfica 3. La capacitación recibida la podría calificar cómo:

Fuente: Elaboración propia

Los docentes de los Tecnológicos Federales del Estado de San Luis Potosí conocen el modelo al menos en sus fundamentos teóricos, ya que han sido capacitados en cursos presenciales (44.9%) y diplomados a distancia (36.2%). Gráfica 4.

**Estadísticos**

N	Válidos	64
	Nulos	5



Gráfica 4. ¿Por qué medios ha sido capacitado en el Modelo de Educación por Competencias?

Fuente: Elaboración propia

**Conclusiones**

Con respecto a la correcta operación del MEC, los docentes dejaron ver que efectivamente se manifestaron en un nivel mínimo de capacitación para operar el modelo, cuando un 37.7% se manifestó competente para operarlo correctamente. Este aspecto es importante porque se observó que la población se distribuye por debajo del nivel de

competencia requerido para la correcta operación del modelo, lo cual; impacta directamente en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

En cuanto al aspecto pedagógico requerido para la operación del MEC, los docentes consideran que este es determinante (43.5%), lo cual; se relaciona con la opinión del estudiantado sobre la relación de los contenidos de las diferentes materias de su plan de estudios (63.9%), ya que; ambos aspectos corresponden al área del diseño curricular. Otro aspecto importante relativo a la operación del modelo es el referente a la integración de los conocimientos (50.7%), en dónde; los docentes entrevistados manifestaron que de manera parcial se han podido integrar los conocimientos entre los temas de una misma materia y de las materias entre sí, es decir; que en el diseño curricular elementos como la continuidad, complejidad y profundidad en los contenidos no han sido atendidos.

### **Referencias**

- Andrade Cázares, R. A., Hernández Gallardo, S. C. (2010). *El Enfoque de Competencias y el Currículum del Bachillerato en México*. Revista Latinoamérica de Ciencias Sociales de la niñez y la juventud, 1, 48
- Asertum* (2012). *Curso en Formación Docente Basada en Competencias. Manual del participante*. Asertum, Centro de asesoría educativa (Pág. 21)
- Cano, M. E. (2005). *Cómo Mejorar las Competencias de los Docentes*. Barcelona: Graó.
- Denyer, M. Furnémont, J., Poulain, R. y Vanloubbeeck, G. (2007). *Las Competencias en Educación. Un Balance*. México: Fondo de cultura económica
- Díaz Barriga, A.; Castillo, G.; Rivera, A.; Aguirre, M. E. y Latapi., P., *Perfiles Educativos*, tercera Época, volumen XXVIII., número 111., UNAM., México, 2006
- Hernández Camargo, Emilio (1996). *Educación Técnica Superior para la Provincia Mexicana*. Instituto Tecnológico de Durango. Patronato promotor del desarrollo del ITD. México 1996
- Martínez Clares, Pilar, et. al. *Aprendizaje de competencias en Educación Superior*, Learning of Competence in Higher Education. Universidad de Murcia Universidad de A Coruña. Revista Galego-Portuguesa de Psicología e Educación Vol. 16, (1,2), Año 12º-2008 ISSN: 1138-1663

### **Lincografía**

- Cano, M. E. (2008). *La Evaluación por Competencias en la Educación Superior*. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 12 (3). Recuperado el 29 de octubre 2020. Disponible en: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>
- Metas educativas (2021). *La Educación que Queremos para la Generación de los Bicentenarios*. Documento final. Recuperado el 22 de octubre del 2020. Disponible en: [www.oei.org.es](http://www.oei.org.es)
- Declaración Mundial (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI*. Recuperado el 26 de octubre del 2020. Disponible en: <http://www.unesco.org>

# Sistema para la Evaluación de la Metodología 5s

M.C Edi Ray Zavaleta Olea<sup>1</sup>, M.A Juan Mendoza Hernández.<sup>2</sup>,  
M.C Oscar Jiménez Estevez<sup>3</sup>, y M.A Leonor Ángeles Hernández<sup>4</sup> y Ariadna Michel Flores Esquivel<sup>5</sup>

**Resumen**—Esta investigación presenta el uso de un sistema de evaluación de la metodología 5s para resolver la problemática que se vive día a día en las Pequeñas y medianas empresas (Pymes) en México, para la reducción de tiempo y costo, ya que no se cuenta con un software para este fin. Se desarrolló un software cuya aplicación consistió en una evaluación mensual de los procesos de las 5s y los niveles alcanzados de manera visual por el sistema, con un semáforo de 3 estados (rojo, amarillo, verde), como indicador visual para cada proceso. El resultado obtenido fue la creación del prototipo del sistema, soportado por dos servidores: Web de Apache, para la gestión de las páginas HTML, y un servidor Mysql, que contiene la base de datos.

**Palabras clave**— Evaluación, Pymes, mejora continua, 5S.

## Introducción

En Japón las pequeñas y medianas empresas utilizan la metodología 5s para mejorar la productividad, conformada (Deshpande 2015 et al. 2014), por los siguientes procesos: 1) Seiri – Organización. Clasificar, identificar y eliminar cosas y actividades innecesarias, dándole un destino para aquellas que ya no son útiles en el ambiente de trabajo; 2) Seiton – Orden. Guardar las cosas necesarias de acuerdo con la facilidad de uso, la frecuencia de utilización, el tipo, el peso, ordenar y priorizar, tener un lugar de trabajo ordenado para evitar la pérdida de tiempo mientras se buscan los materiales y tener un trabajo sin corrección de errores (Patel y Thakkar 2014); 3) Seiso – Mantener la limpieza. Eliminar la suciedad, inspeccionando con el fin de descubrir y atacar las fuentes de problemas. La limpieza sirve como una oportunidad de inspección y de reconocimiento del área de trabajo, la limpieza debe ser realizada por el operario de la maquinaria o de su área de trabajo; 4) Seiketsu – Señalizar y estandarizar. A partir de lo aprendido de las otras etapas es necesario hacer una guía de nuevas prácticas con el fin de simplificar o reducir tareas innecesarias, y que el personal tenga una guía para mantenerse en esta etapa de las 5s, así como de estandarizar las tareas; 5) Shitsuke – Mejora continua. Se usa la filosofía de mejora continua, basada en el ciclo PDCA (Planificar -> Hacer -> Controlar -> Actuar), donde nada es perfecto, siempre hay que mejorar.

Diferentes autores (Carrera 2010), describen la implementación de las 5'S como un proceso establecido de cinco pasos, cuyo desarrollo implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos, entre otros, para su correcta implementación en las Pymes. Otros (Singh 2010), se centran en medir la manufactura esbelta para entregar productos de alta calidad a través de la mejora continua, algunos más proporcionan su experiencia para implementar la metodología 5S en la empresa, que coincide para el orden y la limpieza en el puesto de trabajo (Hernández y Vizánldo 2013). Por su parte la United States Environmental Protection Agency (EPA) en “*Lean thinking and methods*”, describe la herramienta de 5S como un sistema para reducir desperdicios y optimizar la productividad mediante un espacio de trabajo ordenado y limpio, utilizando sistemas visuales de organización de los objetos en el espacio (EPA 2020). Los autores (Manzano 2016 y Sliff 2019) describen los beneficios que proporcionan las 5s y los contras que se pueden observar a la hora de realizar la implementación. Los pasos de las 5s son muy simples, por los conceptos que maneja, ya que posee un componente visual, de alto impacto en un corto tiempo de implementación involucrando a todo el personal, que abre la participación a nuevas iniciativas para la mejora continua, como calidad de vida en el área de trabajo limpio y seguro, la seguridad y la calidad del producto, y las consecuencias de no aplicar las 5s en la empresa.

Las Pymes deben utilizar las 5S como herramienta para mejorar el proceso. Evitando:

<sup>1</sup> M.C Edi Ray Zavaleta Olea, es docente de la carrera de ingeniería industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla., edi.zavaleta@cuautla.tecnm.mx.

<sup>2</sup> M.A Juan Mendoza Hernández, es docente de la carrera de ingeniería industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla., juan.hernandez@cuautla.tecnm.mx.

<sup>3</sup> M.C Oscar Jiménez Estevez, es docente de ciencias básicas del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla., oscar.jimenez@cuautla.tecnm.mx @cuautla.tecnm.mx .

<sup>4</sup> M.A Leonor Ángeles Hernández, es docente de la carrera de ingeniería sistemas computacionales del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla., leonor.angeles@cuautla.tecnm.mx.

<sup>5</sup> Ariadna Michel Flores Esquivel, es alumna de la carrera de ingeniería sistemas computacionales del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla., 17680294@cuautla.tecnm.mx.

- Herramientas fuera de lugar, basura y otros materiales de trabajo en sus productos recién entregados.
- Un gran número de accidente, por no usar elementos de seguridad: lentes, botas, protección oídos, guantes, etc.
- Mayores costos de mantenimiento por fallas más frecuentes de lo normal en la maquinaria.

La automatización del sistema permitirá el trabajo en equipo con una mayor colaboración, procesos más limpios y eficientes (Casana 200), de lo contrario la evaluación de las 5s, en las diferentes áreas de las Pymes (administración, producción, finanza y comercial), causaría problemas como: a) Altos tiempos de procesamiento de la información; b) Falta de exactitud en el procesamiento de los datos; c) Desconocimiento de las pérdidas, etc. (Desintonio y Barragán 2020). La aplicación de un software que permita evaluar las 5s en las Pymes, motivó el desarrollo de un prototipo con un semáforo de tres estados: Rojo: cuando dos o más procesos de las 5s, cumplen valor igual o mayor del 70% en su especificación; Amarillo: cuando uno de los procesos de las 5s, no cumple con igual o mayor a un 70% en su especificación; y, Verde: cuando todos los procesos de 5s son implementadas en las áreas de las Pymes, con un valor igual o mayor a un 70% en sus especificaciones.

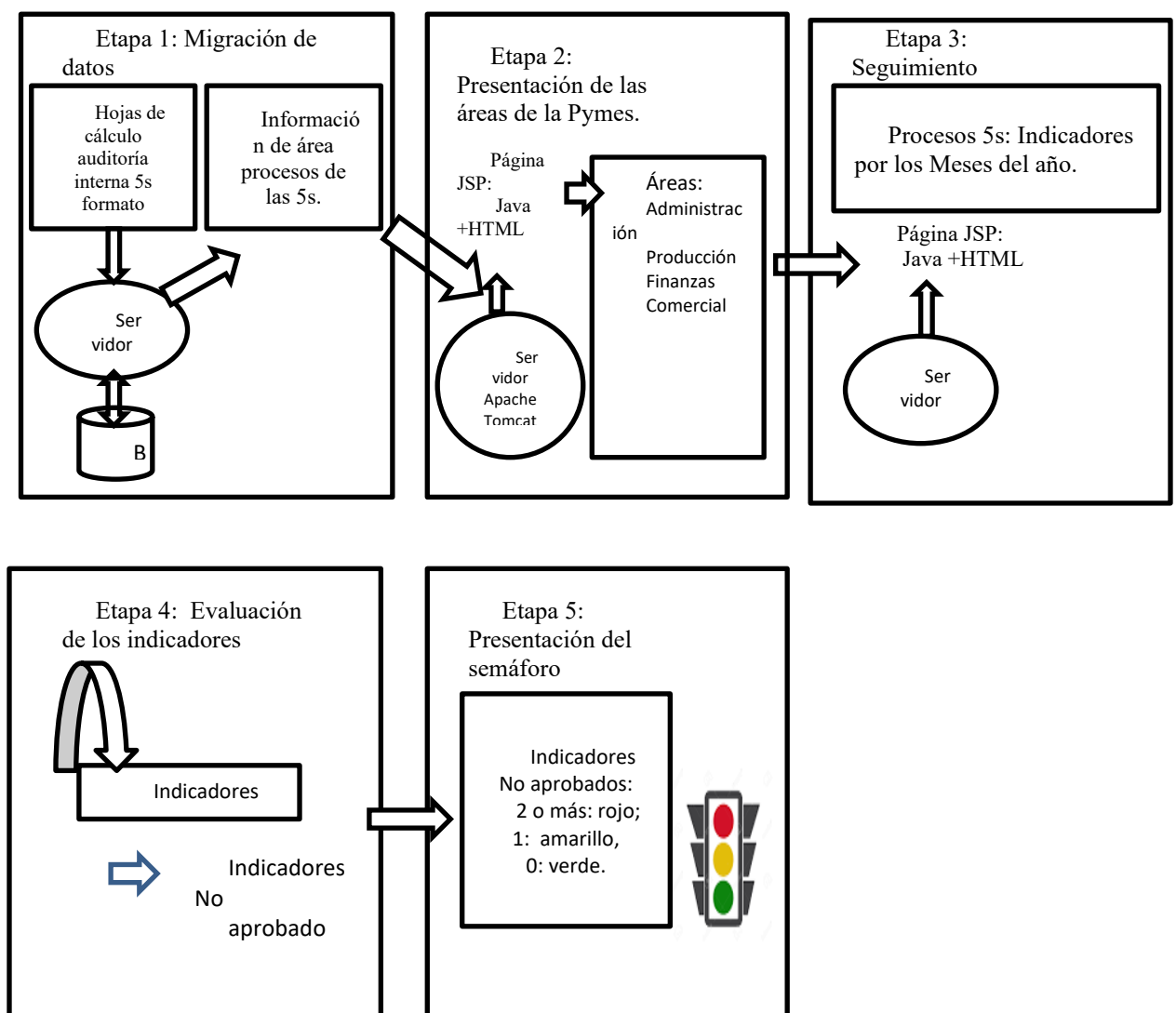


Figura 1. Etapas de evaluación de los procesos de las 5s mediante el semáforo de 3 estados.

**Descripción del Método**



### Metodología

El prototipo consistió en el desarrollo de un sistema de evaluación de la metodología 5s para resolver la problemática que se vive día a día en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) en México.

### Materiales

Para implementar el prototipo, se consideraron diferentes tecnologías desde el diseño hasta su implementación, lo cual fue importante conocer las bases fundamentales para el desarrollo del prototipo, derivado de los actuales avances tecnológicos, se enlistan las tecnologías utilizadas:

- ✓ Lenguaje Java, para realizar la programación del seguimiento de las 5s.
- ✓ Servidor Apache, permite a los propietarios de sitios web servir contenido en la web,
- ✓ Servidor Mysql, en donde se desarrolló la base de datos para almacenar información de entrada al momento que se realizan auditorías o levantamientos, que puede ser impresa o en enviada al usuario en formato PDF, incluyendo las evaluaciones realizadas y la visualización de cada uno de los estados del semáforo. El desarrollo se realizó con el siguiente proceso metodológico (Figura 1).

Para acelerar el proceso de asimilación y generación de conocimiento en este proyecto, se adoptó una estrategia de investigación y desarrollo tecnológico vinculado con la construcción de un prototipo de software, desarrollado en las etapas para la implementación de las 5s (Compromiso, Directivo, Promoción, Obtención de resultados, Entrenamiento de las 5s, Evaluación) (K, M y Ho 1997). El propósito particular de esta estrategia permitió, el análisis y el diseño del prototipo siguiendo los pasos:

### Migración de Datos

Se realizó la lectura de las áreas de hoja de cálculo, que fueron migradas en la tabla de áreas de la base de datos previamente creadas en Mysql, utilizando para la migración Java Server Pages (JSP) de Apache.

### Presentación de las áreas:

Se utilizó una página JSP (Java HTML), la cual presenta una tabla y un botón para seleccionar el área a la que se va a realizar el seguimiento de las 5s.

### Seguimiento:

Visualización en una tabla de JSP de los indicadores los proceso con una escala del 0 al 100 en cada renglón, y las columnas los meses del año, utilizando un ciclo para cada renglón y por cada columna de los meses del año;

### Evaluación de los indicadores:

Se realizó una comparación con el valor numérico si tiene un valor menor al nivel especificado (70%) se considera como no aprobado, esto incrementa el contador de proceso no aprobados (Cuadro 1).

5s	Evaluación del área de la Pymes		
	No cumple	Observaciones	Cumple
Auditoría			
1. Organización	1	1	1
2. Orden	1	1	1
3. Mantener la limpieza	0	1	1
4. Señalizar y estandarizar	1	1	1
5. Mejora continua	0	0	1
– Estado del semáforo	Rojo	Amarillo	Verde

Cuadro 1. Formato de Evaluación de las 5s.

### Presentación del semáforo

Se realizó la presentación en las celdas de una tabla HTML mediante una comparación en la lectura de su valor.

### Comentarios Finales

### Resultados y discusión

Como resultado se obtuvo la creación del prototipo del sistema, soportado por dos servidores: Web de Apache para la gestión de las paginas HTML, y un Mysql, que contiene la base de datos, la tabla de usuario (Información de los usuarios: analista de mejora continua, líder técnico, supervisor de operaciones, etc. y sus contraseñas de acceso al sistema), áreas de la Pymes y su responsable (Figura 2). La tabla de inventario que contiene la información de los útiles y herramientas existentes en el área de trabajo y el almacén, cada uno con su respectiva contraseña que les permite ingresar al sistema en el nivel que a cada uno corresponde.

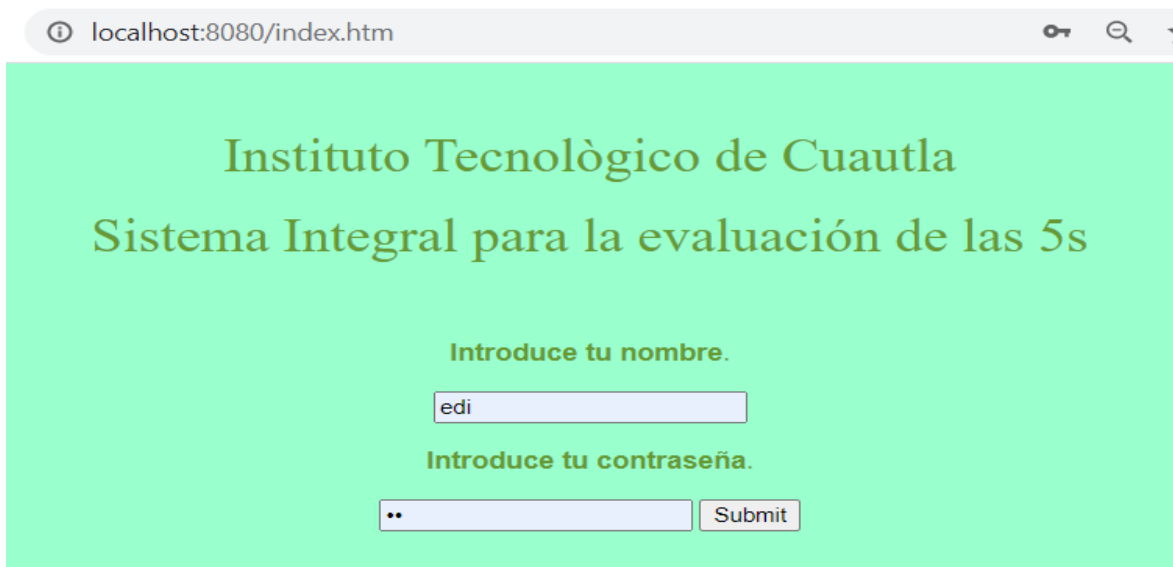



Figura 2. Pantalla de acceso al sistema de evaluación de las 5s.

Otros resultados fueron las validaciones de cada uno de los bloques que conforman el prototipo para considerar su eficacia en la evaluación de las 5s. La figura 3, presenta la evaluación mensual de las 5s para el área administración de la Pyme.

**AREA : Administración**  **SEMAFORO hasta:** Enero ▾

5s	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Calf	Estado	
CLASIFICACIÓN (SEIRI)	80	80	70	90	90	100	0	0	0	0	0	0	85	Evaluar	Verde
ORGANIZACIÓN (SEITON)	70	70	90	90	50	80	0	0	0	0	0	0	75	Evaluar	Amarillo
LIMPIEZA (SEISO)	80	80	80	80	90	70	0	0	0	0	0	0	75	Evaluar	Verde
ESTANDARIZAR (SEIKETSU)	80	80	90	70	70	80	0	0	0	0	0	0	78	Evaluar	Verde
SEGUIR MEJORANDO (SHITSUKE)	80	60	90	70	80	60	0	0	0	0	0	0	78	Evaluar	Rojo

[Retornar](#)

Figura 3. Evaluación mensual de las 5s para el área administración de la Pyme.

La figura 4, presenta la evaluación mensual del proceso Clasificación (SEIRI).

## EVALUACION DE 5S: CLASIFICACIÓN (SEIRI)

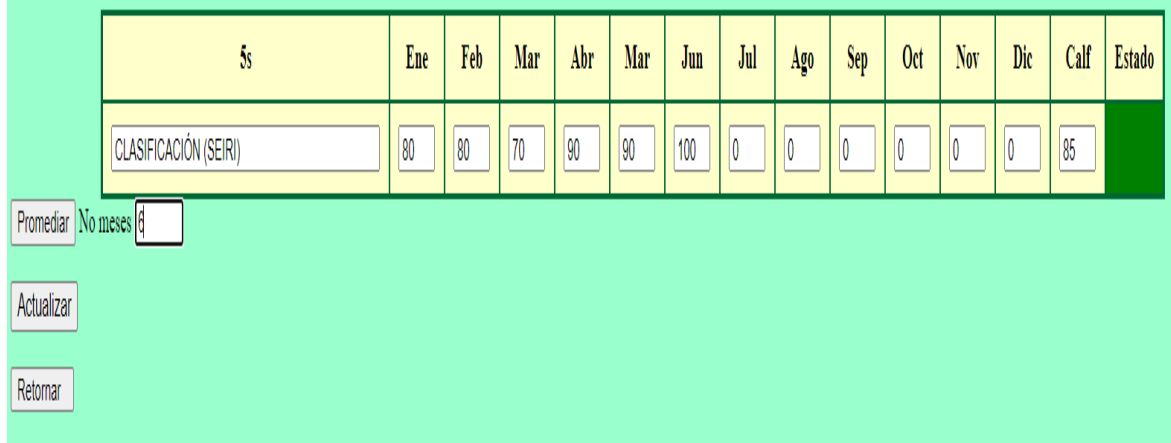


Figura 4. Evaluación mensual del proceso Clasificación (SEIRI) en la Pymes.

### Discusión

Los estudios obtenidos muestran que la implementación de las 5s en México, dependen del tamaño de la empresa, con más de 250 trabajadores se tiene una implementación de 96%, en las medianas empresas con 50 y 250 es donde se implementan más programas de calidad; Se observa que en las pequeñas empresas hay una mayor área de oportunidad (Rondarte 2010). También se hace énfasis en la importancia del factor humano para el éxito o fracaso de la implementación de las 5s, de forma particular, la alta dirección; también se destaca la importancia de las evaluaciones y del seguimiento para reforzar o rectificar lo implementado (Santoyo 2013).

Esto permitió generar la siguiente hipótesis “La evaluación y el seguimiento influyen positivamente en la implementación de la metodología de 5S”, siendo la variable independiente “evaluación y el seguimiento” y la dependiente “la implementación de las 5s”, con una unidad de tiempo determinada. El seguimiento se estableció como sigue: a) procedimientos para el reconocimiento de la aplicación de la metodología; b) La definición de los tiempos para la evaluación periódica de los avances y los logros alcanzados, para conocer cómo se relacionan dos o más variables en una investigación como un estudio exploratorio, ya que es un tema poco estudiado; el tiempo fue escogido mensualmente, debido a que corresponde a los 12 meses del año. Al revisar la bibliografía sobre las Pymes se observó que al implantar la metodología 5s se reduce el tiempo de la búsqueda de herramientas, gestión eficiente de desperdicios, etc., para ser más competitiva.

Por lo cual se realizó la revisión del estado del arte en el desarrollo de software libre para la evaluación y el seguimiento en la implementación de las 5s, que permita el uso de indicadores visuales para las evaluaciones en las Pymes, sin embargo, existe un software desarrollado en México que presenta el diseño para la implementación de las 5s hasta la fase de auditoría (Romero y López 2016). De ahí la importancia de contar con nuevos desarrollos en esta área de oportunidad del desarrollo de software y aumentar la incorporación de las tecnologías digitales para la gestión de la mejora continua de las Pymes.

### Trabajo a futuro

Esta investigación da el soporte necesario para la realización de la evaluación mediante el semáforo en los procesos de implementación de las 5s, con la inclusión de alumnos de la carrera de ingeniería industrial del TecNM/Instituto Tecnológico de Cuautla, durante sus residencias profesionales. Así realizar la evaluación de las variables independientes (espacios limpios y seguros, aumento de la producción, gestión de desperdicios, etc.), que afectan la implantación de las 5s, y su evaluación del desempeño en las Pymes. etc.

La realización del seguimiento con el prototipo permitirá elaborar algunas hipótesis que puedan ser confrontadas con una implementación real, y adecuar el prototipo al entorno con problemas reales de la implementación de la metodología 5s en las Pymes de México. Se considerará de forma preliminar las evaluaciones en cada uno de los procesos de las Pymes durante la auditoría de evaluación y seguimiento de las 5s. Como herramientas de evaluación se pueden utilizar simplemente las hojas de auditoría y los criterios de evaluación.

### Conclusiones

Con el desarrollo del prototipo del software es posible la evaluación visual de los procesos de las 5s, y con la información obtenida se puede observar el desempeño alcanzado de las Pymes, esto permite dar un seguimiento, para realizar las acciones de mejora continua. Con el semáforo en el sistema Web se visualizan los cambios que se van, mostrando mensualmente su avance o retroceso lo que permite que se hagan las mejoras en la implementación de las 5s. Además, se muestran los distintos resultados de las evaluaciones de los procesos para informar a los empleados de la Pymes, para que puedan observar en que aspectos se están desviando los procesos de las metas, de la metodología y en cuales procesos se está trabajando correctamente en las 5s.

Al aplicar la visualización de los procesos de las 5s, se aumenta el rendimiento de los trabajadores, al mejorar las condiciones del ambiente laboral, más limpio, ordenado, haciendo más eficiente el desempeño con mejor organización en el sitio. También se reducen y se previenen accidentes, se incrementa la seguridad industrial y se mejora la imagen visual de los indicadores mediante el uso de semáforos en talleres y oficinas, tanto para las personas externas como internas, lo que aporta confiabilidad en las Pymes. También se puede incluir en el sistema los logros conseguidos y sus tiempos de realización de cada proceso de las 5s, por ejemplo, en una Pyme que realiza el mantenimiento de motores eléctricos en cada una de las áreas de: desmontaje, rebobinado, montaje, pintado y barnizado, etc.

### Referencias

- Romero Cruz y J. López Muñoz, "Software para implementación de 5S's en Mipymes y su relación con la mejora continua y la competitividad", *Revista de Negocios & PyMes*, vol. 2, nº 5, pp. 45-53, 29 septiembre 2016.
- E. Desintonio y C. Barragán, "Implantación de una Metodología de Mejora de Calidad y Productividad en un PYME del Sector Plástico", 2016. [En línea]. Disponible: [https://www.researchgate.net/profile/Denise\\_Rodriguez23/publication/](https://www.researchgate.net/profile/Denise_Rodriguez23/publication/). [Último acceso: 15 junio 2020].
- EPA United States Environmental Protection Agency, 19 junio 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.epa.gov/sustainability/lean-thinking-and-methods-5s>. [Último acceso: 29 mayo 2020].
- F. Santoyo y D. Murguía, "Comportamiento y organización. Implementación del sistema de gestión de la calidad 5 S", *Revista Diversitas: Perspectivas en Psicología*, vol. 9, nº 2, pp. 361-371, 2013.
- G. C. Singh y S. K. Sharma, "Measuring the status of lean manufacturing using AHP", *International Journal on Emerging Technologies*, vol. 1, nº 2, pp. 115-220, 2010.
- J. Hernández y M. VizánIdo, "Lean manufacturing: Conceptos, Técnicas e implantación", *Escuela de Organización Industrial*, 2013.
- K.M. Ho, Samuel; "Workplace learning: the 5-S way", *Journal of Workplace Learning*, vol. 9, nº 6, pp. 185-191, 1 noviembre 1997.
- M. Carreras y J. García, "La evidencia de una necesidad", *Ediciones Díaz de Santos*, 2010.
- M. Casana, "APLICACIÓN DE LAS 5S EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS (PYMES): una revisión sistemática de la literatura científica de los últimos 10 años", Trujillo: Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23935>, 2020.
- M. Manzano Ramírez y V. Gisbert Soler, "Manufacturing 5s implantation", *3C Tecnología*, vol. 5, nº 4, pp. 16-26, 14 diciembre 2016.
- M. Sliff, "El problema 5S de Boeing. La estandarización de procesos ofrece una solución", 25 abril 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.qualitydigest.com/inside/lean-article/boeing-s-5s-problem-042519.html>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- Patel, V. C., and Thakkar H, "Review on implementation of 5S in various organization", *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 4, nº 3, pp. 774-779, Marzo 2014.
- Patel. Vipulkumar. and. Thakkar. H., "A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company", *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, vol. 4, nº 3, pp. 132-139, 2014.
- R. Rodarte y M. Armandina, "Metodología 5S's su impacto en la eficiencia operativa y el efecto de la alta administración y el seguimiento durante su implantación, un estudio empírico en empresas de la cadena automotriz del estado de Nuevo León", Repositorio Académico Digital, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2010.
- S.P, Deshpande; V,V Damle; M. L, Patel; A.B, Kholamkar;, "Implementation of 5S Technique in a manufacturing organization: A Case Study", *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 4, nº 1, pp. 136-148, 1de enero 2015.

# Sistema de consulta y capacitación virtual en equipos especializados de la industria automotriz

M.C. José Marcos Zea Pérez<sup>1</sup>, M.C. Gloria Flor Mata Donjuan<sup>2</sup>, M.C. Arturo Hernández Hernández<sup>3</sup>, Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio<sup>4</sup>, M.C. Alejandro Martínez Badillo<sup>5</sup>,  
M.C. Brenda Santa Dublan Barragán<sup>6</sup>

**Resumen—** El presente artículo muestra el desarrollo de un sistema de consulta y capacitación virtual en equipos especializados. El proyecto surgió a raíz de una investigación de campo donde el sector empresarial expresó la necesidad de contar con manuales de mantenimiento, videos de capacitación y evaluación del dominio de equipos en tiempo real para su manejo y administración. El sistema está constituido por una aplicación que es capaz de acceder a información contenida en una base de datos en la nube mediante el escaneo de un código QR ubicado en el equipo. Además, cuenta con una aplicación de escritorio interconectada tanto con la aplicación como con la base de datos para administrar a los usuarios y la información de forma práctica. Como resultados, se obtuvo un sistema capaz de apoyar en una capacitación virtual en el uso y mantenimiento de equipos especializados utilizados principalmente en el sector automotriz.

**Palabras clave—** capacitación virtual, aplicación móvil, equipos especializados

## Introducción

El sector industrial busca optimizar tiempos y movimientos en los procesos industriales, sin embargo en las actividades cotidianas suelen presentarse imprevistos tales como paros en líneas de producción por fallas en equipos propiciando paros por mantenimiento correctivo, este último genera un evento aún más complejo si el personal no cuenta con los procedimientos estandarizados a la mano para realizar las correcciones adecuadas, y además si los eventos antes mencionados se presentan en el cambio de turno. Lo anterior genera pérdidas económicas a la industria. Es bien sabido que el éxito de una industria se mide por la capacidad que se tiene al optimizar el recurso humano, material y de infraestructura.

El recurso humano capacitado continuamente es considerado fuente primordial que propicia la creación y generación de ventaja competitiva, tanto la gestión del conocimiento como el capital intelectual son dos intangibles que se pueden medir en los reportes financieros de la empresa, En México, las empresas del sector industrial requieren impulsar la creación de valor añadido intelectual con la finalidad lo lograr los objetivos o metas semanales (González et al. 2017).

La estandarización de manuales, métodos o procedimientos de máquinas o equipos permite reducir las fallas y establecer el proceso de producción lo antes posible. Sin embargo, en los incidentes cotidianos ya mencionados se puede agregar el desconocimiento de los métodos o manuales, por lo que se requiere hacer uso de tecnologías ya existentes e integrarlas para mitigar estos imprevistos, es imperante tener la información a la mano de equipos y procedimientos de mantenimiento.

En la actualidad la tecnología que se desarrolla para las necesidades industriales han sido pocas. E-learning. Es la modalidad que se refiere al uso de nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) con un propósito de aprendizaje. Una de las principales ventajas que aporta el e-learning es la facilidad de acceso al disminuir

<sup>1</sup> M.C. José Marcos Zea , es profesor de tiempo completo de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [marcos.zea@upq.mx](mailto:marcos.zea@upq.mx).

<sup>2</sup> M.C. Gloria Flor Mata Donjuan, es profesor de tiempo completo de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [gloria.mata@upq.mx](mailto:gloria.mata@upq.mx)

<sup>3</sup> M.C. Arturo Hernández Hernández es profesor de tiempo completo de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [arturo.hernandez@upq.mx](mailto:arturo.hernandez@upq.mx)

<sup>4</sup> Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio , es profesor de tiempo completo de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [lydia.ortega@upq.mx](mailto:lydia.ortega@upq.mx)

<sup>5</sup> M.C. Alejandro Martínez Badillo , es profesor por proyecto de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [alejandro.martinez@upq.edu.mx](mailto:alejandro.martinez@upq.edu.mx)

<sup>6</sup> M.C. Brenda Dublán Barragán, es profesor de tiempo completo de Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica, [brenda.dublan@upq.edu.mx](mailto:brenda.dublan@upq.edu.mx)

las barreras de espacio y tiempo. Dentro de las TIC's empleadas está el internet, las tecnologías multimedia y los simuladores (Conde, 2008). Complementando el concepto, es importante mencionar que esta modalidad emplea como soporte del proceso de enseñanza-aprendizaje las herramientas o aplicaciones de hipertexto o hipermedia, como son las páginas web, el correo electrónico, los foros de discusión, la mensajería instantánea, plataformas de formación (Santiago et al. 2015, p.2). Actualmente, la industria 4.0 a través del internet de las cosas IoT, la cual es una tecnología emergente para dispositivos conectados a internet, (Bohórquez, 2019, p.1) y el almacenamiento masivo de información en la nube permite tener a disposición de los usuarios de la tecnología, información en tiempo real para la toma de decisiones. Actualmente, el auge de las aplicaciones móviles se debe a que la mayoría de las personas cuenta con un smartphone que le permite estar conectado a internet.

Los retos que actualmente enfrenta la industria automotriz están cambiando radicalmente debido a la digitalización. La digitalización y las fábricas inteligentes no significan que no se requerirá al ser humano, sino que serán la clave para varias operaciones, (Burke et al. 2017). Es por ello que las empresas requieren de empleados con competencias y habilidades para implementar y operar tecnologías innovadoras. La era digital pide una fuerza laboral móvil, conectada y basada en la nube, (Butner et al. 2015).

El presente trabajo propone el desarrollo de un sistema de capacitación virtual que comprenderá una aplicación móvil, la cual será capaz de escanear un código QR, (ver figura 1), ubicado en equipos especializados utilizados en la fabricación de componentes automotrices para mostrar desde una base de datos en la nube: información, material de consulta y material de autoaprendizaje del equipo escaneado. El sistema está pensado para estudiantes de ingeniería, laboratoristas, profesores e ingenieros inmersos en el sector automotriz el cual les brinde una experiencia de aprendizaje que rompa las barreras de espacio y tiempo dada su disponibilidad total en un Smartphone.



Figura 1.- Aplicación móvil capaz de escanear código QR, representación de funcionalidad de la app

Para desarrollar el presente trabajo se planteó como objetivo general, desarrollar un sistema de consulta y capacitación virtual en equipos especializados para la fabricación de productos automotrices, planteando como objetivos particulares: diseñar el sistema de consulta y capacitación virtual en equipos especializados para la fabricación de productos automotrices, desarrollar una aplicación móvil y la base de datos, así como los contenidos de los equipos especializados seleccionados, integrar el sistema de la aplicación con la base de datos, realizar pruebas y ajustes del sistema integrado, validar el sistema de capacitación durante el entrenamiento de un estudiante en la industria automotriz.

### Descripción del Método

El desarrollo del sistema de consulta y capacitación se llevó a cabo mediante la implementación de la metodología científica integrada por: el análisis del problema, lluvia de ideas para determinar la mejor propuesta de solución, análisis de las propuestas y selección de la más adecuada con base en la viabilidad tecnológica y las capacidades y expertise del equipo de trabajo.

La figura 1 muestra la propuesta de solución seleccionada, la cual esquematiza la interacción de los usuarios con el sistema de consulta y capacitación virtual. Primeramente, el usuario con el uso de un smartphone y la aplicación instalada podrá optar por escanear el código QR impreso sobre el equipo o buscar manualmente dentro de la lista de equipos. Sin embargo, cabe señalar que la principal ventaja que ofrece la aplicación es que cualquier persona pueda conocer desde la información básica hasta la información más detallada de un equipo del cual tal vez no conozca ni el nombre. Por lo anterior, la aplicación le permitirá tener el primer contacto proporcionando el nombre de forma automática simplemente escaneando el código QR del equipo. Posteriormente, el usuario podrá consultar la información: manuales de operación y mantenimiento, vídeo tutoriales, etc., e incluso la aplicación permitirá que el usuario realice una evaluación de conocimientos para monitorear y validar su aprendizaje sobre el equipo. Por otro lado, la aplicación permitirá tener tres niveles de usuario: operador, administrador y súper administrador, los cuales se distinguen principalmente por los privilegios de visualización y manejo de la información. El operador tendrá acceso a la información principal, el administrador tendrá acceso a la información principal y a la información clasificada o confidencial, mientras que el súper administrador tendrá acceso total, además de poder dar de alta a usuarios tanto operadores como administradores, así como dar de alta o baja equipos e información de la aplicación. El super administrador contará con una aplicación de escritorio que le permitirá gestionar todo el sistema de capacitación virtual. Finalmente, como se observa en el diagrama toda la información estará contenida en la nube para que cualquier usuario pueda acceder a ella en tiempo real y de esta manera mantenerla actualizada si es que llegara a tener algún cambio o mejora por parte del súper administrador.

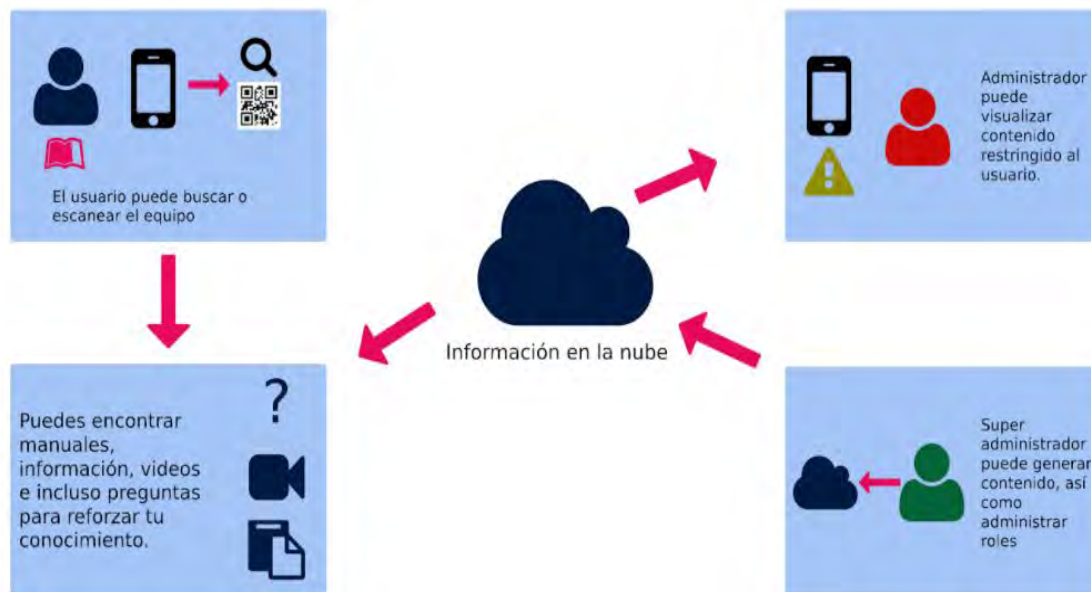


Figura 2.-Esquema de interacción de los usuarios con el sistema de consulta y capacitación virtual, propuesta final

Una vez identificada la mejor propuesta de solución, se definió el alcance de la aplicación. Para ello, se elaboró un diagrama de flujo, mostrado en la figura 3. En este diagrama se observa el algoritmo a seguir para el desarrollo de la aplicación. También se muestra la interacción que tendrá el usuario entre las pantallas de la aplicación y el número de equipos que serán integrados para validar la funcionalidad de la misma. Cabe resaltar que, aunque por el momento se definieron cinco equipos, la aplicación tiene la flexibilidad de integrar más equipos de acuerdo a las necesidades de cada empresa.

El desarrollo de la aplicación contempla que en la pantalla principal el usuario pueda identificarse por lo que ingresa usuario y contraseña. Una vez identificado el usuario podrá seleccionar los productos o escanear el QR del equipo de interés. Cada equipo tiene acceso a procedimientos, manuales de funcionamiento, videos de capacitación, así como a la evaluación que determina si el usuario es apto para usar el equipo.

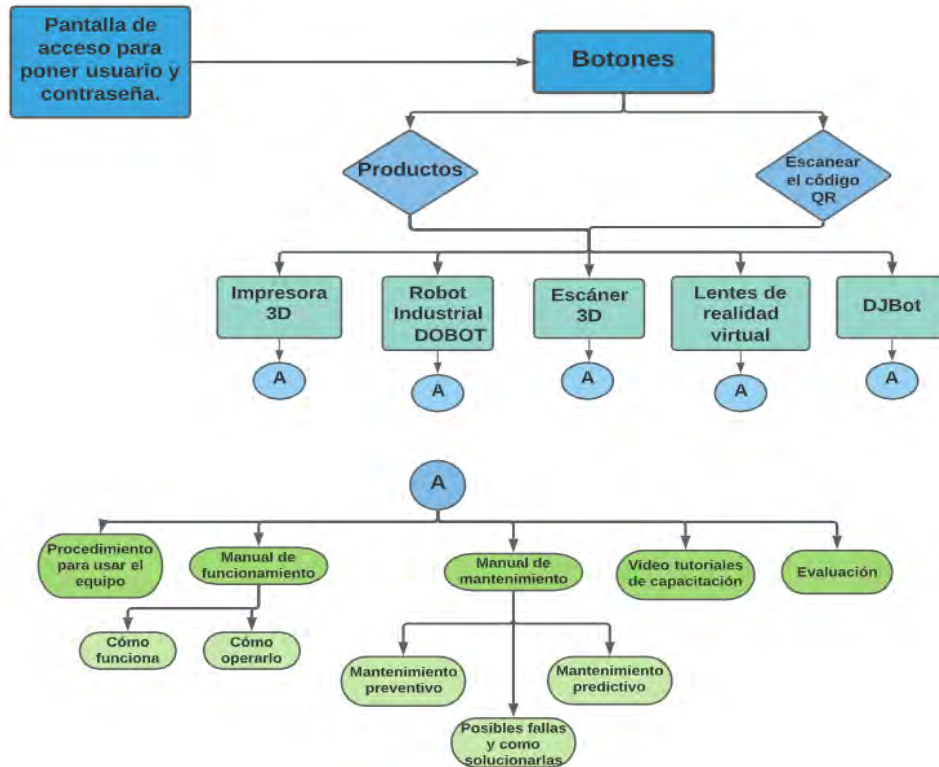


Figura 3.- Flujograma de la aplicación para el smartphone

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

La figura 4 muestra los resultados correspondientes a la aplicación desarrollada. En ella se muestra en la parte superior las herramientas utilizadas para cada una de las pantallas de usuario. Dentro de estas herramientas se utilizó principalmente App Inventor® para el desarrollo de la aplicación móvil y Firebase® con algunas extensiones, lo cual permitió realizar los accesos de información en tiempo real desde la base de datos en la nube.

La primera pantalla permite el acceso a un usuario previamente registrado o en su defecto permite la creación de un nuevo usuario. Esta gestión es posible gracias a la integración de la extensión Firebase Authentication®. La segunda pantalla da la bienvenida al usuario y le muestra las opciones que tiene para comenzar la consulta o capacitación del equipo la cual puede ser mediante el escaneo del código QR o mediante el acceso manual. La tercera pantalla muestra los productos que se encuentran dados de alta en la base de datos y el usuario puede acceder a cualquiera de ellos simplemente dando clic. La cuarta y quinta pantalla muestran las pestañas en las cuales el usuario puede acceder a los manuales, video tutoriales y evaluación de conocimientos, los cuales están contenidos en la nube. Esta integración fue posible mediante el uso de la extensión de Cloud Storage de Firebase®.



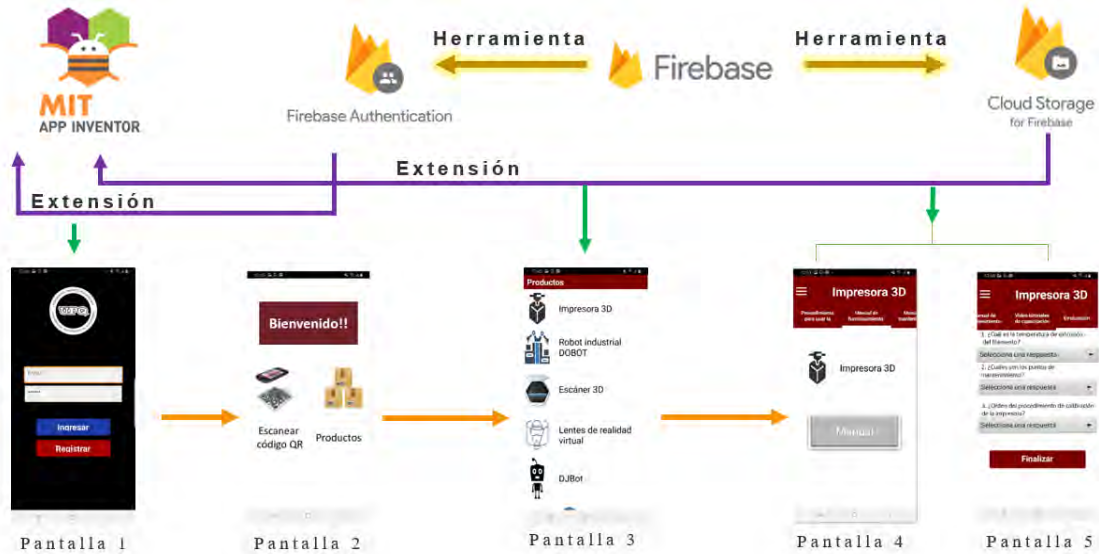


Figura 4.- Resultados de la aplicación móvil integrada con la base de datos en la nube

La figura 5 muestra los resultados correspondientes a la aplicación de escritorio. Dicha aplicación fue desarrollada mediante lenguaje de programación Java mediante el IDE de Netbeans®. De forma análoga a la aplicación móvil la integración se llevó a cabo mediante las funcionalidades de Firebase®. La primera pantalla muestra la autenticación del súper administrador. La segunda pantalla permite llevar las funciones principales definidas en la metodología mediante dos botones uno para gestionar cuentas de administradores y usuarios y el otro para administrar información y contenido. Finalmente, las pantallas 3 y 4 muestran los detalles de la gestión de usuarios y la administración de información y alta de equipos respectivamente.

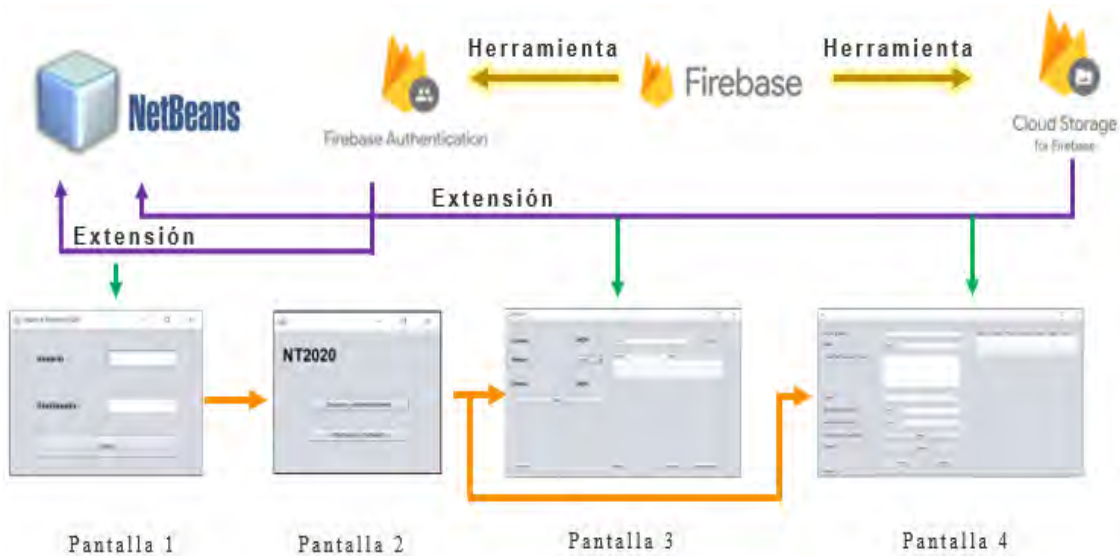


Figura 4.- Resultados de la aplicación de escritorio integrada con la base de datos en la nube

### Conclusiones

Se logró cumplir con el objetivo de desarrollar un sistema de consulta y capacitación virtual en equipos especializados. Prueba de esto es que se pudo aplicar en una primera etapa para la capacitación de alumnos dentro del programa educativo de ingeniería mecatrónica que requieran hacer uso de los equipos especializados y usados en desarrollo de prototipos del ramo automotriz. Además, esta aplicación será útil en materias de mantenimiento como una herramienta de capacitación virtual, así como en los laboratorios dentro de la institución al buscar capacitar el

personal que ahí labora y a los alumnos que requieran hacer uso de alguna máquina o equipo. La aplicación de escritorio mostró ser una herramienta muy eficaz para gestionar la información de los equipos y los usuarios de una forma ágil y sencilla.

### Recomendaciones

La propuesta de crecimiento para esta aplicación consiste en incorporar alumnos de materias de administración del mantenimiento y seguridad industrial, que puedan aportar procedimientos de mantenimiento y análisis de fallas de los equipos que están ya en la aplicación, así como alimentar la misma con nuevos equipos.

En cuanto a las evaluaciones, se tiene una amplia perspectiva de crecimiento ya que estas permitirán llevar al usuario a diferentes niveles de aprendizaje en el o los equipos requeridos. Trabajar en las evaluaciones a diferentes niveles, conocimiento, aprendizaje o inclusive algún nivel de validación del dominio del equipo, pueden ser incorporadas en esta aplicación o direccionadas a una plataforma que lo permita.

### Agradecimientos

Se agradece al CONCYTEQ y la Universidad politécnica de Querétaro, por el apoyo en el desarrollo de este proyecto a través de la convocatoria Nuevos talentos científicos y tecnológicos y a los alumnos: Muñoz González Sergio, Cruz Rojas Ivana Daniel, Luevanos Uribe Kenny Arth y González Esparza Ana Silvia, del programa educativo de Ingeniería mecatrónica, por su valiosa participación en este proyecto.

### Referencias

Bohórquez, J. H. Á. (2019). Convergencia de la industria 4.0 con la smart manufacturing: perfilando la cuarta revolución industrial. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

Burke, W. W. (2017). Organization change: Theory and practice. Sage publications.

Butner, J. E., Gagnon, K. T., Geuss, M. N., Lessard, D. A., & Story, T. N. (2015). Utilizing topology to generate and test theories of change. *Psychological Methods*, 20(1), 1.

Conde, M. A., Muñoz, C., & García, F. J. (2008). eLearning 2.0: La revolución de los procesos de aprendizaje. Presentado en el II Congreso Internacional de Tecnología, Formación y Comunicación. España.

González, E. V., Calzada, M. A. H., & Hernández, B. C. S. (2017). La medición del capital intelectual y su impacto en el rendimiento financiero en empresas del sector industrial en México. *Contaduría y administración*, 62(1), 184-206.

Martínez, A. M., Garnica, A. G., Carrillo, J., & Hualde, A. Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas.

Santiago R., Trbaldo S., Kamijo M., Fernández A., (2015), Mobile learning: nuevas realidades en el aula. Grupo Océano. España, pp. 8-26-27, 22-29.

### Notas Biográficas

**M.C. José Marcos Zea Pérez**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Sistemas de manufactura por el Tecnológico de Monterrey campus Querétaro, licenciatura en Ingeniería Mecatrónica por el Instituto tecnológico de Querétaro, actualmente está haciendo un doctorado en manufactura avanzada en Centro de tecnología avanzada Querétaro. Es docente en materia de diseño, programación y automatización.

**M.C. Gloria Flor Mata Donjuan**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Ingeniería en Biosistemas por la Universidad Autónoma de Querétaro y licenciatura en Ingeniería en computación por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Es docente en materias de Programación, digitales y mantenimiento.

**M.C. Arturo Hernández Hernández**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Ingeniería mecánica por el Instituto Tecnológico de Celaya, licenciatura como Ingeniero mecánico por el Instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez Chiapas. Es docente en materias de diseño y mecánica.

**Dra. Lydia Gabriela Ortega Bucio**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su Doctorado en Mecánica por la Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, Maestría en Mecánica por la Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, Maestría en Educación, Universidad Marista de Querétaro y Licenciatura como Ingeniera Geóloga por la Universidad Autónoma de México. Es docente en materias relacionadas a Mecánica.

**M.C. Alejandro Martínez Badillo**, es profesor investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Ingeniería en Biosistemas por la Universidad Autónoma de Querétaro y licenciatura en Ingeniero electrónico por Instituto Tecnológico de Querétaro campus San Juan del Río. Es docente en materias relacionadas con electrónica.

**M.C. Brenda Dublán Barragán**, es profesora investigadora de la Universidad Politécnica de Querétaro en el área de mecatrónica. Su maestría en Ingeniería de Biosistemas por Universidad Autónoma de Querétaro y licenciatura como Ingeniería en Automatización con línea terminal en Instrumentación y Control de Procesos por Universidad Autónoma de Querétaro. Es docente en materias de programación y electrónica.

## Funcionalidad familiar de las adolescentes embarazadas de la UMF No. 43, Villahermosa Tabasco

<sup>1</sup>PPSS. Cecilia del Carmen Zentella de Dios,<sup>2</sup> Dra. Yadira Candelero Juárez, <sup>3</sup>DEH. Laura Guillermina Tejero Pérez,<sup>4</sup> Dra. Amelia Hernández de la Cruz,<sup>5</sup> Dra. Celia del Carmen Solís Gómez,<sup>6</sup> Dr. Luis Fernando Calcáneo Flórez,<sup>7</sup> M.C.S.P. Anita Madrigal Almeida

**Resumen-** La función en la familia es un factor determinante en la conservación de la salud o la aparición de alguna enfermedad entre sus miembros. Se habla de familia funcional o disfuncional, ya que la funcionalidad familiar es la capacidad del sistema para enfrentar y superar cada una de las etapas del ciclo vital y las crisis por las que atraviesa la adolescente embarazada. **Objetivo-**Determinar el grado de funcionalidad familiar de las adolescentes embarazadas de la unidad médica familiar 43 en Villahermosa, Tabasco. **Resultado-**Funcionalidad disfuncional 54%, funcionalidad moderada 42% y familia funcional 4%. **Conclusión-**La funcionalidad familiar es un factor predisponente para el desarrollo de conductas asertivas en las adolescentes, debido a que no tienen una madurez psicosocial y al no recibir el apoyo por parte de su familia de origen, recaen en conductas de riesgo que las obliga a tomar la decisión de unirse a una pareja.

**Palabras claves-** Funcionalidad familiar, adolescente embarazada, Apgar familiar

### Introducción

El funcionamiento familiar es un elemento importante ya que debe satisfacer las necesidades básicas de sus miembros y es el medio fundamental para transmitir a las nuevas generaciones los valores culturales, morales, espirituales, costumbres y tradiciones propias de cada sociedad. La aparición en la familia de un embarazo adolescente, obliga a la reestructuración de las funciones de sus miembros, ya que se crean nuevas necesidades en torno a este binomio, requiriéndose la movilización del sistema para encontrar nuevamente el estado de homeostasis familiar que, inicialmente puede ser rechazado, crear sorpresa o frustración.

La adolescencia es el periodo de crecimiento y desarrollo humano que se produce después de la niñez y antes de la edad adulta, entre los 10 y los 19 años. Se trata de una de las etapas de transición más importantes en la vida del ser humano, que se caracteriza por un ritmo acelerado de crecimiento y de cambios, es un período determinado por importantes modificaciones tanto en el desarrollo físico, mental y emocional, como en las relaciones interpersonales, los cuales provocan contradicciones en la búsqueda de equilibrio consigo mismo y con la sociedad (August, 2019).

El embarazo en la adolescencia constituye un problema desde el punto de vista médico y social. En la actualidad los factores contribuyentes son múltiples y las soluciones a los mismos no parecen ser fáciles de resolver a corto plazo, como ejemplos de dichos factores podemos mencionar: la menor aceptación de los valores tradicionales familiares, la poca comunicación familiar (sobre todo con la figura materna), el abandono de la escuela, la menarquia precoz, baja

<sup>1</sup> PPSS. Cecilia del Carmen Zentella de Dios de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco, Tabasco, México, [luna\\_241188@hotmail.com](mailto:luna_241188@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Yadira Candelero Juárez es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco, Tabasco, México, [yadycan@hotmail.com](mailto:yadycan@hotmail.com)

<sup>3</sup> DEH. Laura Guillermina Tejero Pérez es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias de la Salud, Tabasco, México, [tepelaura@hotmail.com](mailto:tepelaura@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Amelia Hernández de la Cruz es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias de la Salud, Tabasco, México, [ami06@hotmail.com](mailto:ami06@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dra. Celia del Carmen Solís Gómez es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias de la Salud, Tabasco, México, [ccsogo.99@hotmail.com](mailto:ccsogo.99@hotmail.com)

<sup>6</sup> Dr. Luis Fernando Calcáneo Flórez es Profesor de Asignatura de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco, Tabasco, México, [sexologo.calcaneo@hotmail.com](mailto:sexologo.calcaneo@hotmail.com)

<sup>7</sup> M.C.S.P. Anita Madrigal Almeida es Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Comalcalco, Tabasco, México, [ani\\_madrigal@live.com.mx](mailto:ani_madrigal@live.com.mx)

autoestima, carencia de proyecto de vida, nulo o poco conocimiento sobre métodos anticonceptivos, familias disfuncionales, madre o hermana embarazadas en la adolescencia, padre ausente, nivel socioeconómico bajo, integración precoz al área laboral, amigas que han iniciado vida sexual (Soto, León y Castañeda, 2015).

En México el embarazo adolescente representa un problema de salud pública y es uno de los asuntos fundamentales de las políticas públicas. Desde la perspectiva social, aumentó el interés de su estudio por diferentes motivos, principalmente por la proporción elevada de jóvenes de 10 a 19 años que ya son padres y estamos hablando de que en el año 2013 eran 20 millones de personas. El 14% del total de nacimientos en el país corresponde a mujeres jóvenes de 15 a 19 años, lo que cada día preocupa más ya que el embarazo precoz es un riesgo biopsicosocial para la gestante y el feto, con una mayor mortalidad materno-infantil (Villalobos, 2015).

En el año 2015 el Gobierno Federal de nuestro país presentó la Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes (ENAPEA) con el objetivo de reducir el número de embarazos en adolescentes en México con absoluto respeto a los derechos humanos, particularmente los derechos sexuales y reproductivos (CONAPO, 2016). En este sentido, Ortiz (2017) menciona que el Instituto Mexicano del Seguro Social IMSS, desarrolló estrategias educativas de salud sexual y reproductiva a través del programa JUVENIMSS. No obstante, la tasa de fecundidad en adolescentes no ha mostrado una disminución significativa en los últimos años y ubica a México en el primer lugar de embarazo en adolescentes entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

### **Descripción del método**

Se realizó un estudio transversal, analítico y retrospectivo en el que se incluyeron 70 pacientes de la Consulta de Medicina Familiar del módulo de PREVENIMSS 4 y 5, de la UMF#43 de Villahermosa, Tabasco, dentro de un rango de edad de 12 a 19 años. La recolección de datos se realizó a través de una encuesta previamente validada. Las adolescentes recibieron el cuestionario para la evaluación de la disfunción familiar, el cual fue aplicado por el personal de servicio social de Enfermería. El instrumento consta de 10 cuestionamientos en dos apartados: 1) Test Apgar familiar, y 2) Disfuncionalidad Familiar. Los datos fueron tabulados y procesados por el método porcentual para cada categoría. Para la evaluación, se integraron las siguientes categorías: edad, escolaridad, estado civil actual, ocupación actual, motivo a tener relaciones sexuales, manejo de algún método anticonceptivo en la primera relación sexual, en tu familia ¿Quién tuvo su primer hijo(a) antes de los 19 años?, estado civil de los padres, en tu familia ¿existe algún tipo de violencia? y de qué tipo. De acuerdo con el Código de Núremberg, se solicitó leyeran previamente el consentimiento informado y lo firmaran de aceptación se explicó a la participante que los resultados serán utilizados para otorgar un beneficio a la sociedad. y que estaban en la libertad de abandonar su participación en el momento que lo deseen.

### **Resultado**

Los resultados que se presentan permiten identificar una muestra conformada de 70 jóvenes, el tipo de investigación fue descriptiva observacional con un diseño no experimental y transversal, los resultados que se obtuvieron utilizando el APGAR FAMILIAR demuestran que la mayoría de las adolescentes embarazadas percibían a sus familias como altamente disfuncionales (54%), moderada disfunción familiar (42%) y funcionalidad familiar (4%). Las adolescentes que refieren estar embarazadas se encuentran dentro del rango de edad de 15 a 17 años (54%) y el 34% entre los 12 y 14 años. El 34% de las adolescentes embarazadas indicó que su estatus de escolaridad académica es secundaria incompleta y el 28% refirió secundaria completa. El 41% indicó son solteras. Por otra parte, la ocupación que se presentó con mayor frecuencia fue ser ama de casa (40%) y el 20% indicó que trabajan fuera de casa. El principal motivo de inicio de vida sexual activa de las adolescentes fue por presión de la pareja (41%). Un dato que resulta relevante en el presente estudio es que el 69% de las adolescentes embarazadas no utilizaron algún Método de Planificación familiar. El 54% de las encuestadas refirió que la madre fue quien presentó un embarazo en la adolescencia. EL estado civil de los padres de las adolescentes fue unión libre (36%). El 61% indicó que ha habido

presencia de familia en su familia. El tipo de violencia con más incidencia es verbal (59%), seguida de la violencia física (38%). El 3% de las encuestadas indicó que no ha habido violencia en su familia.

### Comentarios finales

En el presente estudio se presenta algunos factores de la funcionalidad familiar involucrados en la presencia de embarazo en adolescentes. Se encontró que las adolescentes consideran el embarazo como un escape para salir del hogar familiar y para la construcción de su propio proyecto de vida familiar, determinado por estereotipos de género y modelos de familia funcional y disfuncional de donde provienen. El interés en los apoyos familiares e interpersonales, especialmente la relación con el compañero, surge a través de dos vertientes. Por un lado, se ha reportado que la adolescente que se queda embarazada tempranamente suele haberse criado en circunstancias familiares poco favorables, como desintegración familiar, imagen paterna distante y/o negativa, pérdida de figuras significativas, así como conflicto y rigidez intrafamiliares. También se ha observado que pueden tener éxito en su adaptación a la maternidad y a su propio futuro, sin embargo, esto dependerá del apoyo social que reciban de su familia y/o su pareja. Por tanto, surge la necesidad de conocer cuáles son los factores sociales que más influyen en el embarazo de la madre adolescente ya que aún se encuentra en una etapa en la que dependen afectiva y económicamente de su familia, además es imprescindible tener en cuenta el contexto cultural y las características especiales de la familia para entender mejor la situación de la adolescente.

### Conclusión

Este estudio reafirma que la disfunción familiar es un factor predisponente para el desarrollo de conductas de riesgo en los adolescentes. Analizando los resultados que se obtuvieron en este estudio, se identificó que la disfunción familiar constituye en realidad un riesgo que se agrava si está asociado con la edad, escolaridad, ocupación y estado civil actual. Por lo que las adolescentes requieren de mayor participación al momento de tomar decisiones que afecten a la familia, que se les distribuya de manera responsable, se les confiera libertad para tomar decisiones sobre su vida, de acuerdo a su grado de madurez y bajo la supervisión de los padres.

Es importante brindar a las y los adolescentes una mayor calidad de tiempo para compartir, demostrar confianza, solidaridad y sobre todo afecto. En ausencia de esto las condiciones de marginación y pobreza tienen una asociación importante con el embarazo y la tasa de fecundidad en las adolescentes. Es importante señalar que a pesar de los grandes esfuerzos que se han realizado en materia de salud sexual y reproductiva en nuestro país, siguen existiendo grandes brechas de desigualdad entre los grupos sociales, por lo que resulta necesario implementar acciones enfocadas a la promoción de la mejora de los entornos sociales, políticos y económicos que impacten en la calidad de vida de la población, especialmente en adolescentes y jóvenes.

### Referencias

#### Formato Documento Electrónico (APA)

H, C. A. (2015). EMBARAZO EN LA DOLESCENCIA COMO OCURRE EN LA SOCIEDAD ACTUAL, . PÉRINTOLOGIA Y REPRODUCCION HUMANA, 76, 82 [Volume 51, Issue 7](#), August–September 2019, Pages 424-434

Este artículo debe citarse: Soto-Acevedo F, León-Corrales IA, Castañeda-Sánchez O. Calidad de vida y funcionalidad familiar en adolescentes embarazadas derecho-habientes de una unidad de medicina familiar del estado de Sonora, México. *Aten Fam.* 2015;22(3):64-67.

Villalobos-Hernández, Aremis, Campero, Lourdes, Suárez-López, Leticia, Atienzo, Erika E, Estrada, Fátima, & De la Vara-Salazar, Elvia. (2015). Embarazo adolescente y rezago educativo: análisis de una encuesta nacional en México. *Salud Pública de México*, 57(2), 135-143. Recuperado en 03 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342015000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342015000200008&lng=es&tlng=es).

H, C. A. (2015). EMBARAZO EN LA DOLESCENCIA COMO OCURRE EN LA SOCIEDAD ACTUAL, . PÉRINTOLOGIA Y REPRODUCCION HUMANA, 76, 82 [Volume 51, Issue 7](#), August–September 2019, Pages 424-434 [Volume 51, Issue 7](#), August–September 2019, Pages 424-434

EMBARAZO ADOLESCENTE EN MEXICO Retos y estrategias Dr. Carlos Brambila Paz Tecnológico de Monterrey Taller CONAPO-Tec Tecnológico de Monterrey, Ciudad de México Abril 24, 2015 Consejo Nacional de Población [CONAPO] (2016). Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes (ENAPEA). Gobierno de México. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conapo/articulos/estrategia-nacional-para-la-prevencion-del-embarazo-en-adolescentes-enapea>

# Penetración de los negocios electrónicos en las empresas de Hidalgo del Parral

Alma Elvira Zubia Barraza<sup>1</sup>, Jesús José Luna Carrete<sup>2</sup>,  
Gloria Ivonne Chávez Torres<sup>3</sup>, Marco Antonio Quiñónez Reyna<sup>4</sup> y Viviana Hernández Villalobos<sup>5</sup>

**Resumen**— Las actividades comerciales representan uno de los elementos esenciales en el desarrollo económico de cualquier país, por lo cual, al crearse nuevas formas de celebrar actos de comercio, surge la necesidad evaluar la incorporación a la mencionada actividad. El objetivo de esta investigación es presentar un análisis del tema de negocios electrónicos a través de los componentes que permiten su efectividad, entre los que destacan la publicidad, las transacciones y los pagos electrónicos. Asimismo, se fundamenta un análisis del uso que se le da al mencionado comercio en la ciudad de Parral, su impacto económico y las perspectivas de esta actividad. Se prevé encontrar que la relación comercio-tecnología generó la adaptación de medios electrónicos como el internet, aplicado al intercambio de bienes, mercancías y servicios, por lo que se concluye que la mencionada actividad ha facilitado las relaciones comerciales de nuestros tiempos.

**Palabras clave**— Negocios Electrónicos, Internet, Parral.

## Introducción

En las dos últimas décadas la forma de vender y comprar productos o servicios se ha modificado debido al surgimiento del comercio electrónico, hoy en día es posible adquirirlos a través de internet sin necesidad de acudir a una tienda tradicional; es decir, se pueden conseguir de manera relativamente sencilla desde la comodidad del hogar o desde el sitio de preferencia. Tanto a nivel nacional como mundial, el crecimiento de esta modalidad ha presentado una tendencia ascendente, año con año la facturación por ventas en línea muestra ganancias más sólidas, lo que ofrece una alternativa de inversión en modelos de negocios emergente basados en la Web.

Aunque pudieran parecer términos equivalentes, los negocios electrónicos y el comercio electrónico son conceptos distintos. Mientras que el comercio electrónico solo considera la transacción de compra venta vía Internet, los negocios electrónicos contemplan actividades y prácticas de gestión empresarial derivadas de la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación, esto ha creado un notable cambio dentro de las empresas ya que se han generado prácticas más productivas y organizadas.

Considerando los aspectos antes mencionados y con el apoyo del área de Desarrollo Económico del Gobierno Municipal de esta ciudad, surge la idea de realizar una investigación que permita conocer el grado de penetración de los negocios electrónicos, en las empresas del sector comercio y servicios de Hidalgo del Parral. El seguimiento de nuevos modelos de negocio en línea ofrece la posibilidad de que las empresas incursionen en sectores hasta hace poco desconocidos, sin embargo, para entrar en ese mercado es necesario contar con información actualizada y veraz que permita a las empresas tomar decisiones más confiables.

Existen resultados de investigaciones a nivel nacional relacionadas con este tema, pero reflejan solamente un panorama general del comercio electrónico en México, por lo que conocer la situación actual del comercio electrónico y de los negocios electrónicos específicamente de esta ciudad, contribuye a ampliar el conocimiento del tema, pero además puede servir como base para generar alternativas de desarrollo económico para la comunidad.

<sup>1</sup> La M.A. Alma Elvira Zubia Barraza es Profesora del Depto. de Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Parral. [azubia@itparral.edu.mx](mailto:azubia@itparral.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Jesús José Luna Carrete es Profesor del Depto. de Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Parral. [jluna@itparral.edu.mx](mailto:jluna@itparral.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.A. Gloria Ivonne Chávez Torres es Profesora del Depto. de Ciencias Económico-Administrativas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Parral. [gichavez@itparral.edu.mx](mailto:gichavez@itparral.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Marco Antonio Quiñónez Reyna es Profesor del Depto. de Ciencias Económico-Administrativas en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Parra. [mquinonez@itparral.edu.mx](mailto:mquinonez@itparral.edu.mx)

<sup>5</sup> La C. Viviana Hernández Villalobos es alumna de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Parral. [vivi.1457@gmail.com](mailto:vivi.1457@gmail.com)

## Descripción del Método

### *Definición del problema*

En el transcurso de las materias de la carrera de Tecnologías de la Información, es posible percatarse de los beneficios que ofrecen las TI en la vida cotidiana y particularmente en las actividades empresariales, de este hecho surge la inquietud de conocer la situación que presentan las empresas en la ciudad de Parral, en relación al nivel de adopción de tecnologías relacionadas con los negocios electrónicos y el comercio electrónico.

Es probable que las empresas utilicen infraestructura tecnológica, sin embargo, esto no significa que participen en el comercio electrónico o que sus actividades sean soportadas por una base de negocio digital. El conocimiento derivado de un análisis más profundo en este sentido puede permitir ampliar el panorama comercial de las empresas y por consecuencia mejorar la situación económica de la ciudad.

### *Objetivo*

Conocer la situación actual del Comercio Electrónico y los Negocios Electrónicos en empresas del sector comercio y servicios de la Ciudad de Hidalgo del Parral.

### *Objetivos específicos*

- Conocer qué porcentaje de la población cuenta con equipo de cómputo.
- Conocer cuántas empresas cuentan con servicio de internet y el uso que le dan a éste.
- Conocer el uso de herramientas de negocios electrónico en las empresas.
- Conocer qué porcentaje de empresas cuentan con un sitio web.
- Conocer el grado de uso de las tecnologías para mantener contacto con los clientes.

### *Justificación*

El presente trabajo es útil porque busca encontrar respuestas en lo que se refiere al tema de los negocios electrónicos en las empresas de Parral Chihuahua. La investigación es sustentada con la información obtenida de empresas pequeñas, medianas y grandes del sector comercio y servicios en la ciudad. A la fecha no se encontró información actualizada en este sentido y por lo tanto la aportación de conocimiento al respecto podría ser de gran utilidad no solo para entidades de gobierno en sus diferentes niveles, sino además, para profesionales del área que deseen proveer sus servicios a empresas que estén interesadas en incursionar en los negocios electrónicos.

### *Método*

La metodología utilizada fue la cuantitativa, está basada en la obtención de una serie de datos numéricos y el análisis de éstos. Una vez definido el método, se seleccionó la herramienta a utilizar, optando por el diseño de una encuesta con una serie de preguntas concretas que permitirían obtener la información de las empresas de Hidalgo del Parral, y así posteriormente determinar el grado de penetración del comercio electrónico y de los negocios electrónicos en las empresas.

### *Muestra*

En virtud de las limitaciones enfrentadas, se decidió utilizar la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando la muestra en virtud de su accesibilidad y ventajas ofrecidas. La población de estudio se obtuvo de datos del sitio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

### *Sujetos de investigación*

El cálculo del tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar pues éste determina el grado de credibilidad que se concederá a los resultados obtenidos. Al aplicar la fórmula para tal efecto, el resultado arrojó la cantidad de 189 empresas a investigar en relación con el tamaño de la población definida.



### Comentarios Finales

A continuación, se presentan los resultados obtenidos después de haber aplicado el instrumento en diferentes empresas de Hidalgo del Parral.

#### Resultados

1. ¿Cuenta la empresa con equipo de cómputo?

Objetivo: Conocer qué porcentaje de la población encuestada cuenta con equipo de cómputo.

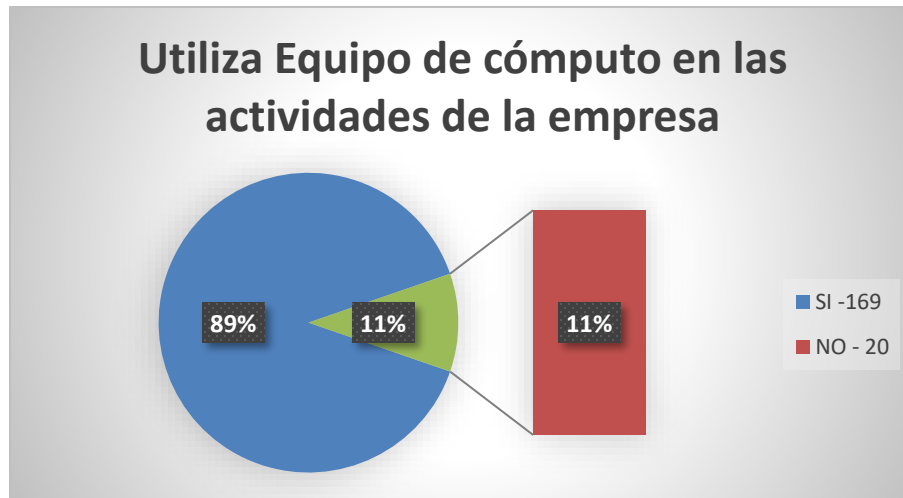


Fig. 1 Porcentaje de empresas que cuentan con equipo de cómputo

Análisis: El 89 % de las empresas encuestadas manifestó que, sí cuenta con equipo de cómputo, solo el 11 % mencionó que no cuenta con computadora, cabe aclarar que el hecho de que tengan equipo de cómputo no significa que lo utilicen como apoyo de sus procesos empresariales, en algunos de los casos el uso que le dan es solo como medio de conexión a Internet.

2. ¿Cuenta con servicio de Internet en la empresa?

Objetivo: Conocer cuántas empresas cuentan con servicio de internet y el uso que le dan a éste.



Fig.2 Empresas con servicio de Internet

Análisis: Con relación a la conexión a Internet, 158 empresas respondieron que cuentan con conexión a la red, esto representa un 84% de la población encuestada, por otra parte, solo el 16% mencionó que no utilizan el servicio. En este caso un porcentaje considerable se auxilia con la herramienta para realizar diversas actividades operativas, lo que refleja que esta tecnología juega un papel importante como apoyo a dichas actividades.

*¿Qué uso le dan a Internet?*

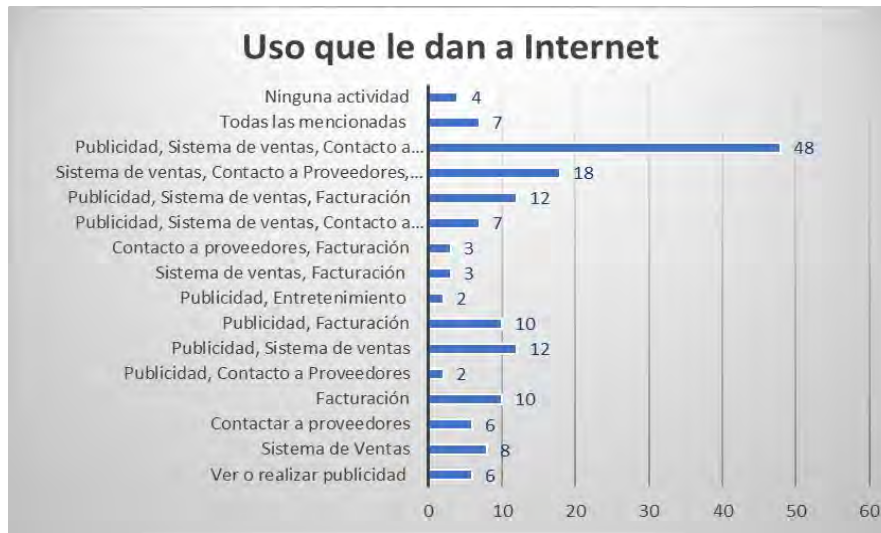


Figura 3. Usos que le dan las empresas a su conexión a Internet

Análisis: de las empresas encuestadas 48 utilizan Internet para publicitar sus productos o su empresa, como apoyo a su sistema de ventas, para contactar a proveedores y como medio para realizar la facturación, lo que representa un 30 % de las 158 empresas que afirmaron tener acceso a Internet, el 11% utiliza la red como apoyo a las ventas y para contacto a proveedores, es decir 18 de éstas; la publicidad y la facturación son prácticas muy frecuentemente citadas. En general se mencionaron distintas combinaciones de usos y solo un 3% manifiesta contar con el servicio, pero no aplicarlo para ninguna actividad de las mencionadas.

3. *¿La empresa utiliza herramientas de negocios electrónicos?*

Objetivo: Conocer el grado de uso de herramientas de negocios electrónicos

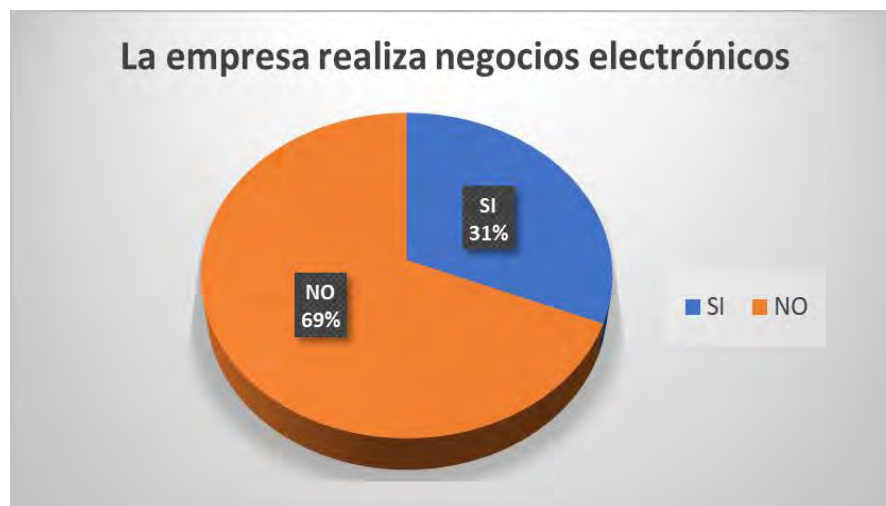


Fig. 4 Uso de herramientas de negocios electrónicos

Análisis: De la población encuestada 130 empresas respondieron que no utilizan herramientas de negocios electrónicos en sus procesos empresariales lo que representa un 69%, mientras que 59 afirman que sí las utilizan, es decir un 31% de la muestra. Es importante considerar que a pesar de que Internet es una tecnología fundamental en los negocios electrónicos, las empresas no la identificaron como tal, sino que relacionan los negocios electrónicos con tecnologías más sofisticadas o incluso se confunde con el comercio electrónico.

#### 4. ¿Cuenta la empresa con sitio Web?

Objetivo: Conocer qué porcentaje de empresas cuentan con un sitio web y para que lo utilizan.



Fig. 5 Porcentaje de empresas con sitio web

Análisis: Es notable que el 63% de las empresas no tiene sitio web, el 22% cuenta con página informativa acerca de los productos o servicios que comercializa y solo el 15% vende a través de su propia tienda en línea. Esta información representa un área de oportunidad fuerte para incursionar en el comercio electrónico.

#### 5. ¿Utiliza las Tic's para mantener contacto con sus clientes?

Objetivo: Conocer el grado de uso de las tecnologías para mantener contacto con los clientes



Fig. 6 La empresa utiliza Tic's para mantener contacto con sus clientes

Análisis: De las 189 empresas encuestadas 123 respondieron que, si utilizan las tecnologías para mantener contacto con sus clientes, lo que representa un 65% de la población encuestada, el 31% está representado por aquellas empresas que utilizan otros medios para contactar a sus clientes y el 4% no mantiene contacto con ellos bajo ningún esquema. El resultado muestra que la forma más común de contactar a los clientes es a través de la tecnología.

### *Conclusiones y Recomendaciones*

La información obtenida a partir de la graficación de resultados permite contar con un panorama más concreto y certero acerca de los negocios electrónicos en la ciudad de Hidalgo del Parral, durante el desarrollo de la investigación se obtuvo información que dio respuesta a los objetivos planteados:

El 89% de las empresas encuestadas cuentan con equipo de cómputo, esto podría considerarse como una ventaja para que las empresas empiecen a incursionar en los negocios electrónicos al menos en alguno de sus procesos o actividades.

La cantidad de usuarios de Internet en México se ha incrementado considerablemente, según estudios de la Asociación Mexicana de Internet en el 2018 alcanzó la cifra de 82.7 millones. En el caso de las empresas encuestadas el 84% cuentan con acceso a este servicio, lo que representa una ventaja para extender y solidificar los negocios electrónicos en la ciudad. Por otra parte, es importante conocer que uso le dan, en este sentido el 30% de las empresas realizan varias actividades relacionadas con la operación de la misma, y solo el 3% no le han encontrado un uso para facilitar sus actividades. Internet es una plataforma que permite promover el comercio y acceder a mercados a los que antes era imposible llegar.

El 69% de las empresas respondió que no usa herramientas de negocios electrónicos, contra 31% que dicen que si utilizan herramientas de negocios electrónicos. Las herramientas de negocios electrónicos no son exclusivas de las grandes empresas, las soluciones de tecnología pueden aplicarse de acuerdo a las necesidades de cada empresa solo es cuestión de detectar las actividades que agreguen valor y fortalecer éstas con tecnología.

En relación con el porcentaje de empresas que cuentan con sitio web ya sea informativo o de comercio electrónico, el 63% no lo posee, mientras que el 22% cuenta con un sitio web informativo y el 15 % realiza comercio electrónico a través de su propio sitio. Esto brinda una gran oportunidad para que las empresas hagan del comercio electrónico una estrategia comercial, un sitio web le proporciona a la empresa mayor visibilidad y por lo tanto estar disponible a cualquier hora desde cualquier parte, ya sea que muestre información detallada de la empresa o que proporcione una plataforma de comercio en línea.

La gestión de la relación con los clientes es un tema de suma importancia, el 65% mantiene el contacto con ellos a través de la tecnología, el 31% utilizan otros medios y el 4% está descuidando este aspecto, lo que seguramente repercutirá en algún momento.

El comercio electrónico es un área de oportunidad para las empresas de Hidalgo del Parral, incursionar en éste les permitiría ampliar su mercado y por lo tanto fortalecer la economía de la ciudad.

Se recomienda continuar con investigaciones periódicas dentro del tema de los negocios electrónicos, ya que sería valioso contar con información que permita observar los cambios que se den a través del tiempo en relación al tema.

Otra recomendación sería que se otorgaran a través de instancias pertinentes, cursos de capacitación para los empresarios a fin de que conocieran más acerca de las ventajas de invertir en tecnología como apoyo a sus procesos empresariales.

### **Referencias**

Keat Paul G, Young Phillip K.. 4ta Edición, (2004). Economía de Empresa. México: Pearson Educación.

Chaffey Dave, Chadwick Fiona Ellis. (2015). Marketing Digital, Estrategia, implementación y práctica. México, D.F.: Pearson.

Turban Efrain, Sharda Ramesh, Delen Dursun, King David. (2010). Business Intelligence A managerial Approach. Estados Unidos: Prentice Hall.

Asociación de Internet. (2019). 15 Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2019 versión pública. diciembre 2019, de Asociación de Internet MX Sitio web: <https://www.asociaciondeinternet.mx/estudios/habitos-de-internet>.

Observatorio e-commerce/ TIPSA. (2019). Encuesta logística e-commerce. Diciembre 2019, de Observatorio e-commerce Sitio web: <https://observatorioe-commerce.com/wp-content/uploads/2020/05/Revista-Observatorio-Ecommerce-18.pdf>.



## Descripción del Método

La presente investigación se llevó a cabo con alumnos de quinto semestre del bachillerato de Ciencias Naturales y Exactas de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra de la Universidad de Guanajuato, y alumnos de primer semestre de la carrera de Ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya, con una muestra total en ambos niveles de 176 alumnos. Se decide trabajar con estos niveles por las semejanzas ideológicas próximas que mantienen hasta ese momento. Esta encuesta fue aplicada de manera virtual a través de un formulario google, cuyo acceso es: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdLgRqRILSSM20C6i2Na8G0ro-MWjnRUmq\\_cGxlbJAKasM-uw/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdLgRqRILSSM20C6i2Na8G0ro-MWjnRUmq_cGxlbJAKasM-uw/viewform?usp=sf_link). Se aplicó, tanto en el Nivel Medio Superior y Superior, como parte del programa de Tutorías, cuyo objetivo principal es lograr un acompañamiento puntual en el tutorado y orientarlo en su formación académica, desarrollo personal, profesional y sobre todo trayectoria académica. Este cuestionario abarcó 24 ítems, basándonos en [file:///C:/Users/MARIO/Desktop/TRABAJOS/PREPA-OFICIAL%2019/VERANO2020/F7%20INVENTARIO\\_ESTILOS\\_APRENDIZAJE\\_2018%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/MARIO/Desktop/TRABAJOS/PREPA-OFICIAL%2019/VERANO2020/F7%20INVENTARIO_ESTILOS_APRENDIZAJE_2018%20(2).pdf).

## Comentarios finales

### Resumen de Resultados

De acuerdo a la investigación desarrollada, se obtuvieron los siguientes resultados: Se decide analizar como primer parte de esta investigación por separado cada uno de los estilos de aprendizaje primero por género (Masculino/Femenino) y Nivel (Medio Superior/Superior). En la Figura 1 se presentan los estilos de aprendizaje que utilizan las alumnas del Nivel Medio Superior, y se observa que los estilos predominantes son visuales y kinestésicos.

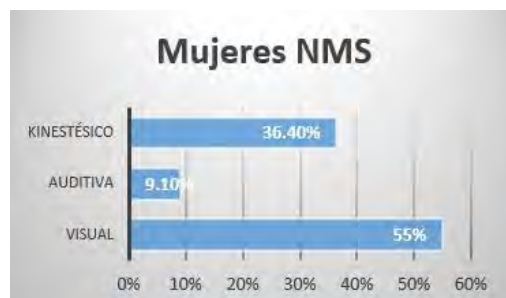


Figura 1. Estilos de Aprendizaje en alumnas del Nivel Medio Superior

En la Figura 2, se puede observar el comportamiento de los resultados de los hombres del Nivel Medio Superior, observando que predomina el estilo de Aprendizaje Kinestésico, seguido de visual, no presentando alumnos varones con aprendizaje auditivo.

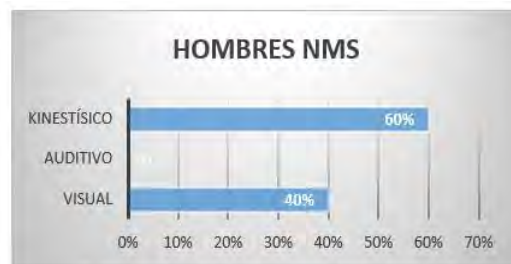


Figura 2. Estilos de Aprendizaje en alumnos del Nivel Medio Superior

Continuando con el análisis de los resultados, se presenta la Figura 3, en el cuál se observa que en el comportamiento de los estilos de aprendizaje de las alumnas del Nivel Superior hay un equilibrio entre Visuales y Kinestésicas, siendo auditivo el estilo de aprendizaje en menor proporción presente.



Figura 3. Estilos de Aprendizaje en alumnas del Nivel Superior

Ahora analizando los Estilos de Aprendizaje de los varones del Nivel Superior; como se podrá observar en la Figura 4, el estilo auditivo tiende a aumentar, y hay un equilibrio entre kinestésico y visual.



Figura 4. Estilos de Aprendizaje de los hombres del Nivel Superior

En la Figura 5, se puede apreciar que, al desarrollar la evaluación sin considerar género dentro de la población estudiada, el estilo de aprendizaje que presenta mayor ponderación se encuentra en el Kinestésico, seguido del Visual y por último encontramos al auditivo.



Figura 5. Estilos de Aprendizaje predominantes en la población estudiada

Aunado a analizar los Estilos de Aprendizaje, se solicita que los alumnos plasmen los promedios obtenidos en el semestre anterior de las materias de: Matemáticas y Química, obteniendo los siguientes resultados:

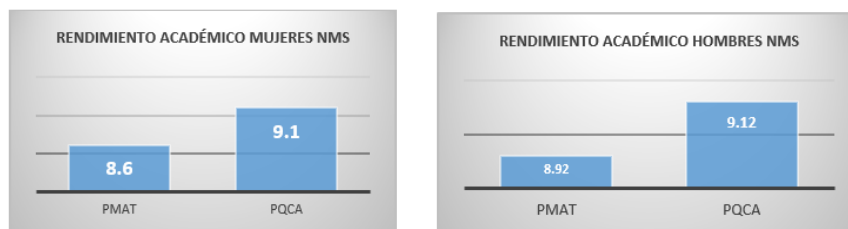


Figura 6. Rendimiento académico de las mujeres y los hombres en las materias de Matemáticas y Química del NMS

En la Figura 6, se puede observar que el aprovechamiento es más elevado en la materia de química que de matemáticas tanto en mujeres como hombres. Ahora se analiza la tendencia en los comportamientos de aprovechamiento en el Nivel Superior:

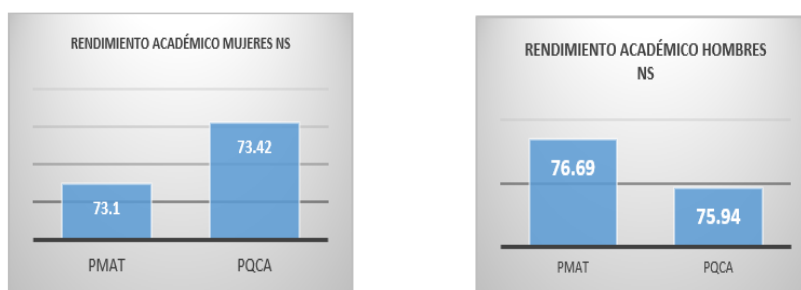


Figura 7. Rendimiento Académico de los estudiantes en las materias de Matemáticas y Química en el NS

En la Figura 7, se observa que los promedios de estas materias dentro del nivel superior son casi semejantes en ambas materias, considerando que no sólo impacta el estilo de aprendizaje, sino hay factores externos que obligan al alumno a no tener resultados más sobresalientes.

### Conclusiones

En base a la investigación desarrollada, los hallazgos permiten determinar que en alumnas de Nivel Medio Superior el sistema de representación de aprendizaje que predomina es el visual, seguido del Kinestésico, en cambio en los varones es contrario su sistema de representación del aprendizaje, en ellos predomina el sistema kinestésico seguido de la visual. Al observar el sistema de representación en alumnas del Nivel Superior se observa que tanto el estilo visual como el kinestésico se encuentran desarrollados en el mismo porcentaje y en los alumnos – varones está desarrollado o predomina más el Kinestésico y le sigue el visual; con este análisis se observa que esta generación escucha “poco”, y de aquí se desprende una serie de preguntas: ¿Cómo deberían ser las clases para esta generación?, ¿En cuántas de las estrategias que utilizan los docentes están basadas sólo en indicaciones orales?, con estos estilos desarrollados en nuestros alumnos, se ha determinado el tiempo en el cual se puede mantener su atención real?.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que además de las 24 preguntas del cuestionario se hicieron preguntas directas acerca de cómo aprendían Matemáticas y Química, manifestando un 56.8 % de los alumnos que prefieren ver tutoriales en temas que no entienden de estas materias, que preguntar directamente al docente. Se considera que es una cantidad significativa, que lleva justo a pensar, ¿que genera que el estudiante no se identifique con el docente de tal forma que no establezca una comunicación fluida para lograr entender lo que le causa conflicto en el aprendizaje de la materia?. Por lo tanto se sugiere definir qué parte del proceso enseñanza-aprendizaje está impactando en el aprendizaje de las matemáticas y de la química en estos niveles educativos.



### Recomendaciones

De esta investigación se puede desprender otras, tales como: Análisis de la viabilidad de la aplicación de estrategias cognitivas, meta cognitivas, de apoyo ( motivación afecto y actitudes) y contextuales, de tal forma que se desarrolle una estrategia enfocada al sistema de representación del aprendizaje predominante en el grupo o en su defecto que abarque de manera equilibrada los estilos: visuales, auditivos y kinestésicos que nos permita medir el avance del grupo en su trayectoria escolar.

Así mismo, es importante reconocer, el momento en que la abstracción de la materia fue rebasada y nos llevó a la pérdida de interés del alumno en el aula, o a abandonar las materias por la falta sino de contextualización sí del aprendizaje de la misma y así poder concluir, como es que el estilo de aprendizaje se relaciona con el tipo de materia (Química, Física, Matemáticas).

### Apéndice

#### Cuestionario utilizado en la investigación

Te solicitamos respuestas de la manera más honesta posible, elije la opción que más te represente, bajo la siguiente nomenclatura:

1= Nunca	2= Raramente	3= Ocasionalmente	4=Usualmente	5= Siempre
----------	--------------	-------------------	--------------	------------

Afirmación	1	2	3	4	5
1. Me ayuda trazar o escribir a mano las palabras cuando tengo que aprenderlas de memoria					
2. Recuerdo mejor un tema al escuchar una conferencia en vez de leer un libro de texto					
3. Prefiero las clases que requieren una prueba sobre lo que se lee en el libro de texto					
4. Me gusta comer bocados y mascar chicle, cuando estudio					
5. Al prestar atención a una conferencia, puedo recordar las ideas principales sin anotarlas					
6. Prefiero las instrucciones escritas sobre las orales					
7. Yo resuelvo bien los rompecabezas y los laberintos					
8. Prefiero las clases que requieren una prueba sobre lo que se presenta durante una conferencia					
9. Me ayuda ver diapositivas y videos para comprender un tema					
10. Recuerdo más cuando leo un libro que cuando escucho una conferencia					
11. Por lo general, tengo que escribir los números de teléfono para recordarlos bien					
12. Prefiero recibir las noticias escuchando la radio, en vez de leerlas en un periódico					
13. Me gusta tener algo en la mano, como un bolígrafo o un lápiz, cuando estudio					
14. Necesito copiar los ejemplos que escribe el profesor en el pizarrón, para examinarlos más tarde					
15. Prefiero las instrucciones orales del maestro, a aquellas escritas en un examen o en el pizarrón					
16. Prefiero un libro de texto que tenga diagramas gráficos y cuadros, porque me ayudan mejor a entender el material					
17. Me gusta escuchar música al estudiar					

18. Tengo que apuntar listas de cosas que quiero hacer, para recordarlas					
19. Puedo corregir mi tarea examinándola y encontrar la mayoría de los errores					
20. Prefiero leer el periódico, en vez de escuchar las noticias					
21. Puedo recordar los números de teléfono cuando los escucho					
22. Disfruto el trabajo que me exige usar las manos o utilizar herramientas					
23. Cuando escribo algo, necesito leerlo en voz alta para escuchar cómo suena					
24. Recuerdo mejor las cosas cuando puedo moverme mientras estoy aprendiéndolas o participar en una actividad que me permita moverme					

# LA CREACIÓN DE AMBIENTE DE APRENDIZAJE EN LOS ALUMNOS DE HOY

Hilda Lucia Cisneros López ME<sup>1</sup>, MC. Ma. Guadalupe Medina Torres<sup>2</sup>, Dra. María Teresa Villalón Guzmán<sup>3</sup>, Ing. Francisco Vaca González<sup>4</sup>

**Resumen**— La presente investigación tiene como objetivo reconocer cómo está generando el alumno de hoy su ambiente de aprendizaje considerando sus condiciones para estudiar. Se aplicó una encuesta en alumnos de Nivel Medio Superior, tomando una muestra, con estudiantes de sexto semestre de varias carreras del Conalep y de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra, cuyas edades oscilan entre los 17 y 18 años de edad. Se hizo una comparación de la información en alumnos de primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial del Nivel Superior del Instituto Tecnológico de México en Celaya, cuyas edades oscilan entre los 18 y 19 años. Estos datos permiten conocer la forma en la que el alumno transforma su entorno al momento de comenzar a estudiar, así como identificar las técnicas que manejan. Es fundamental determinar qué factores deben considerarse para propiciar una mejora en el desempeño académico en ambos niveles educativos.

**Palabras clave**— Ambiente de Aprendizaje, Desempeño Académico, Competencia, Técnica de Estudio.

## Introducción

La vida escolar juega un papel crucial en los jóvenes, derivado a que son parte fundamental para el crecimiento de México. Como se menciona en (García, 2007): El sistema educativo de un país tiene dos objetivos fundamentales y complementarios; primero establecer en sus estudiantes aquellas habilidades, conocimientos y actitudes fundamentales para el desarrollo económico; segundo, reducir las diferencias en oportunidades y lograr una movilidad social intergeneracional. Dentro de la educación media superior y superior nos estamos enfocando a desarrollar en el alumno Habilidades, Actitudes y Aptitudes, a través de modelos de competencias, que le permita al alumno cubrir los objetivos mencionados.

Con estas habilidades, actitudes y aptitudes, se pretende que en ambos niveles, los alumnos potencien su esfuerzo y por consecuencia logren sus competencias; ya que como se menciona en (Edel Navarro, 2003): *El esfuerzo no garantiza el éxito*, deben de trabajar y encaminar su trabajo de tal forma que se evite un fracaso o un declive en su desempeño académico. Cada alumno es un ente cuyas habilidades son diversas, donde *el esfuerzo es proporcional a su habilidad*. Dentro de estas habilidades consideramos que una de las que más impacto conlleva, es justo la creación del ambiente de aprendizaje, como se menciona en (Zamora, 2016): "En el ambiente de aprendizaje encontramos componentes como: alumnos, actividades que desarrollan, estrategias, técnicas de estudio y recursos que se utilizan para involucrar el contexto, que les permita generar nuevos conocimientos", a lo anterior le sumamos el tiempo que le invierte a la estrategia de trabajo. Todo ello le permite que experimente éxito o fracaso escolar; nos topamos con alumnos cuyo esfuerzo es mínimo y tienen gran éxito, justo porque tienen la habilidad de crear el ambiente propicio en la materia, así como también tenemos alumnos cuyo esfuerzo es máximo, pero sus ambientes de aprendizaje no son los adecuados, de ahí que fracasan en sus resultados escolares. Por tanto, es momento de analizar cómo el esfuerzo entrelazado con el ambiente de aprendizaje y verificado en la evaluación de la habilidad, impacta en el desempeño académico de nuestros estudiantes tanto del nivel medio superior y superior, derivado a que se observa desempeños académicos bajos en materias básicas. Nuestros encuestados se desarrollan en una generación que cree en el esfuerzo, pero sobre todo en el trabajo colaborativo para obtener resultados y lograr objetivos siendo a la par menos individualistas (Galante, 2019). A la velocidad con la que avanza la tecnología, es la misma con la que el alumno de hoy, debe avanzar para modificar sus ambientes de aprendizaje, que les permitan orientar su conocimiento y lograr formar aprendizajes significativos.

<sup>1</sup>ME. Hilda Lucia Cisneros López es docente de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra de la Universidad de Guanajuato México, [hilda.cisneros@ugto.mx](mailto:hilda.cisneros@ugto.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> MC. Ma. Guadalupe Medina Torres es Profesora del Departamento de Ciencias Básicas en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México, [Guadalupe.medina@itcelaya.edu.mx](mailto:Guadalupe.medina@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup>Dra. María Teresa Villalón Guzmán es Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México, [teresa.villalon@itcelaya.edu.mx](mailto:teresa.villalon@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Ing. Francisco Javier Vaca González es Director y Profesor de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra de la Universidad de Guanajuato México, [frjavaca077@hotmail.com](mailto:frjavaca077@hotmail.com)

### Descripción del Método

Se desarrolló la investigación, con una muestra de 68 alumnos del Nivel Medio Superior de sexto semestre de Conalep plantel Salvatierra de las carreras PTB en Administración, Motores a Diesel, Informática y Enfermería General; 89 alumnos de sexto semestre de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra de los bachilleratos de Ciencias Naturales y Exactas, Artes e Ingenierías y una muestra de 78 alumnos del nivel superior del Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya (ITC) de primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial. Se aplicó una encuesta tomada del Manual del tutor del SNIT (2013) Anexo 11. Dicha encuesta sobre las habilidades de estudio se aplicó en dos modalidades: virtual y escrita, de 50 ítems con respuesta dicotómica (SI / NO). En el nivel medio superior se aplicó en línea a través de Formularios Google, el acceso es: <https://docs.google.com/forms/d/1CJ6GTtWaOQ3cLZae17a33vbX4SoN9XExqA-OhJwOul/edit> y [https://docs.google.com/forms/d/1\\_DuANvcUjYtjvUCATM3tWOGmEsO1b6vi5EgTM72LgUI/edit](https://docs.google.com/forms/d/1_DuANvcUjYtjvUCATM3tWOGmEsO1b6vi5EgTM72LgUI/edit).

En las encuestas aplicadas en el Conalep plantel Salvatierra, se llevan a los alumnos a los laboratorios de informática donde se les explica la intención de la encuesta y se procede a otorgarles el link en el cual, los alumnos deberán entrar y contestar la encuesta, se llevó a los grupos en distintos momentos, para cubrir este objetivo, pero en las mismas condiciones. Para la recopilación de datos de la Escuela de Nivel Medio Superior de Salvatierra, se hizo a través de la materia de tutoría y se les envió el link a los alumnos, se fueron monitoreando para lograr la obtención de los datos. Al levantar encuesta en el Nivel Superior a los alumnos de primer semestre del Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya (ITC) fue necesario que los test se aplicaran en encuestas escritas, para poder mantener el control de las mismas, para ello nuevamente se requirió de la materia de tutoría para poder cumplir con la actividad. Una vez recolectados los datos del Nivel Superior, se procedió a pasar la información de la encuesta directa a otro link: [https://docs.google.com/forms/d/1d9wEpo7jX5wnAHQhu\\_nuU859D-7yagr3HE1S8GsOww/edit](https://docs.google.com/forms/d/1d9wEpo7jX5wnAHQhu_nuU859D-7yagr3HE1S8GsOww/edit) creado en la misma aplicación de formularios, justo para poder desarrollar el análisis estadístico.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Para reconocer como es que el alumno crea su ambiente de aprendizaje se clasificaron los ítems en las siguientes categorías: Lugar de estudio, Organización del tiempo de estudio, Atención en clases, Apuntes del Alumno, Uso de esquemas auxiliares, Forma de Estudiar. En la figura 1, se considera Lugar de Estudio; en estos resultados se puede apreciar que en ambos niveles los alumnos cuentan con un lugar fijo de estudio, el cual cuenta con luz suficiente, alejado del ruido en la mayoría de los casos, con un espacio suficiente en la mesa, aquí el ítem 4 llama nuestra atención, dentro de esta mesa de apoyo el espacio está ocupado por objetos diversos.

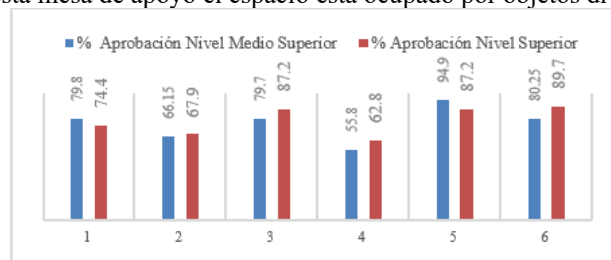


Figura 1: Lugar de Estudio de los alumnos del Nivel Medio Superior y Superior

En la figura 2, se analiza la organización del tiempo destinado al estudio, en este pudimos observar que de manera general los alumnos NO organizan sus tiempos de estudio, no desarrollan un análisis que les permita potenciar la cantidad de trabajo a desarrollar, el ítem que llama nuestra atención es el 5, debido a que esta pregunta estaba dirigida a conocer si los estudiantes incluían "Periodos de descanso al estudiar" las respuestas son más del 80% de los alumnos descansan al estudiar, como observación: el alumno no organiza tiempos de estudio, sólo sabe que debe descansar.

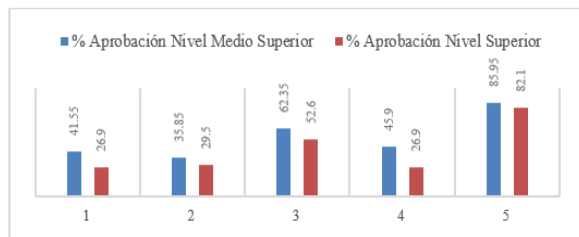


Figura 2: Organización del tiempo de estudio en alumnos del Nivel Medio Superior y Superior

La figura 3, pone de manifiesto la atención en clases, en ambos niveles los alumnos son receptivos, observan al profesor, esperan que el docente brinde la información, toman notas de clase, preguntan al profesor si tienen dudas, es en el último ítem donde observamos que, en los alumnos de Nivel Superior, éstos disminuyen su participación activa en clase (trabajos en equipo, por ejemplo).

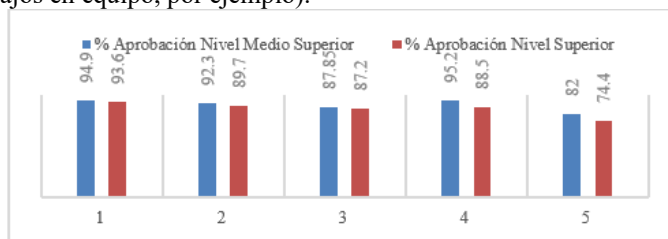


Figura 3: Atención en Clases de los alumnos de Nivel Medio Superior y Superior

En la figura 4, se consideran Apuntes, que desarrollan los alumnos en ambos niveles, ellos manifiestan que toman notas, los apuntes están divididos por materias, el ítem 3 es el que llama nuestra atención poco más de la mitad de alumnos anotan las palabras difíciles y al final revisan y comprenden los contenidos.

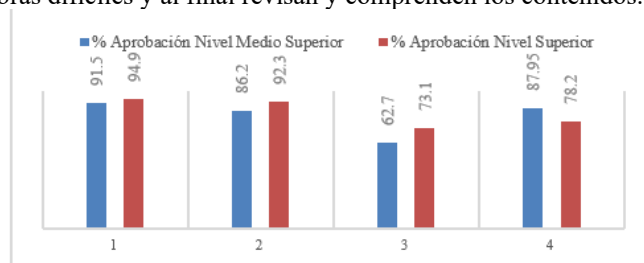


Figura 4: Apuntes del Alumno en el Nivel Medio Superior y Superior

En la figura 5, se analiza el uso de esquemas auxiliares, la información que nos arroja esta categoría nos indica que en ambos niveles, los alumnos subrayan al estudiar, leen por encima un texto, tienen facilidad para encontrar ideas básicas y resaltarlas, consultan al no estar seguros del significado de alguna palabra, indican que saben cómo formar esquemas más no así que los utilicen esto marcado en el ítem 8, al igual que en el ítem 13, ya no elaboran guiones o esquemas al estudiar, comprueban su redacción y los ejercicios los redactan de manera clara en su mayoría.

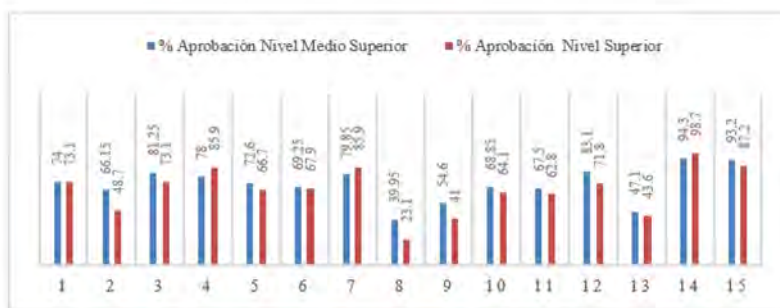


Figura 5: Uso de Esquemas Auxiliares en alumnos del Nivel Medio Superior y Superior

En la figura 6, se analizó la forma de estudiar, observando que lo desarrollan en forma activa, resumen mentalmente, emplean sistemas específicos, tratan de relacionar lo aprendido, buscan ayuda cuando tienen dificultades de algún tema, poco más de la mitad de los alumnos completan, y llevan sus asignaturas al día, dentro de esta categoría los ítems que llaman la atención son 8 y 9, que se enfocaban a saber si al sentarse a estudiar el alumno, inmediatamente comienza a estudiar, sólo la mitad de los alumnos del nivel medio superior al sentarse a estudiar se ponen a estudiar, comparado con el nivel superior sólo un poco más de la cuarta parte lo hacen; mencionando el ítem 9 pudimos observar que poco más de la mitad de alumnos en ambos niveles consultan libros en caso de dudas.

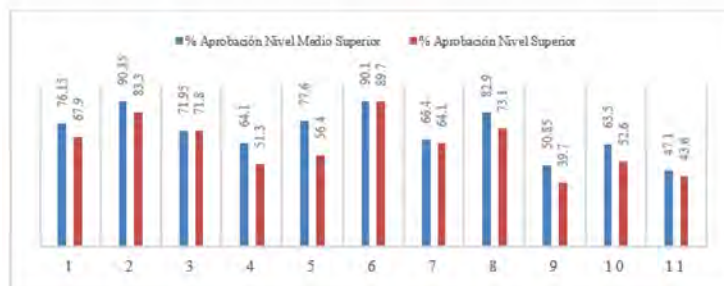


Figura 6: Forma de Estudiar en los alumnos del Nivel Medio Superior y Superior

### Conclusiones

Los resultados obtenidos nos llevan a entender que los alumnos de hoy, forman un ambiente de aprendizaje que ésta rodeado de estímulos, carente de organización de tal forma que no conceptualizan la cantidad de información que deben comprender, desarrollar, etc. para lograr una competencia establecida. El alumno de hoy incluyen cada vez menos técnicas de estudio que les permita mantener estilos de aprendizaje kinestésicos, consideramos que dentro de las materias básicas, se les debe impulsar justo a no perderlos a través de ejercicios que les obliguen a analizar el contexto, plasmarlo en un esquema, en una ecuación, etc. y posteriormente usar la tecnología para terminar de comprenderlo, en estos momentos la realidad es, que utilizan la tecnología, copia y pega lo que ésta le dicta y finalmente si es que así lo entiende analiza el contexto. El docente de hoy tiene un reto muy importante lograr la interconexión entre los estilos de aprendizaje y la infinita cantidad de estímulos tecnológicos con los que el alumno cuenta, para justo ayudarlo a formar un ambiente de aprendizaje ideal que le desarrolle un aprendizaje significativo. Esto se convierte por lo tanto en una carrera de obstáculos en la cual el docente debe vencer una brecha tecnológica y el alumno debe dejar de formar dependencia hacia la tecnología.

### Recomendaciones

Consideramos que sería de vital importancia continuar esta investigación, analizando cuáles son los estímulos que más desvían la atención del alumno, para que, derivado de estos hallazgos, se establezcan estrategias de trabajo y de formación de ambientes de aprendizaje asertivos, ya que consientes estamos que éste es multifactorial (contexto, estado emocional del individuo, etc.). Por los resultados obtenidos observamos que no depende de un nivel educativo, es generacional éste comportamiento, así que, al ser analizado el ambiente de aprendizaje del alumno, es también momento de analizar el ambiente de enseñanza – aprendizaje que el docente está generando, justo en ambos niveles, a través de una investigación que nos permita entender que hace y como hace el docente para desarrollar un aprendizaje significativo en los alumnos de hoy. Al tener esta investigación tendríamos la posibilidad de entender si docentes – alumnos estamos observando desde el mismo enfoque el ambiente de aprendizaje, de tal forma que logremos cubrir los objetivos que se tienen plasmados en la educación, pero sobre todo logremos formar alumnos competentes, elevando su desempeño académico, disminuyendo así el rezago y el abandono escolar.

### Referencias

- Edel Navarro, R. (Diciembre de 2003). *El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo*. Recuperado el 24 de Julio de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/551/55110208.pdf>
- Galante, L. (2019). *10 Características de la generación "Z" que debes conocer*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de <https://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/10-caracteristicas-de-la-generacion-z-que-debes/38e0a8a0-00bc-47c5-9376-b685918d194e>
- García, E. B. (Diciembre de 2007). *Factores escolares y aprendizaje en México: El caso de la educación básica*. Recuperado el 24 de Julio de 2019, de file:///C:/Users/Hilda/Downloads/factores\_escolares\_aprendizaje\_mexico.pdf

Manual del tutor del SNIT 2013. Anexo 11. Encuesta sobre las habilidades de estudio. Pp115. Recuperado el 14 de mayo del 2019, de [https://www.tecnm.mx/images/areas/docencia01/documentos/MANUAL\\_DEL\\_TUTOR.pdf](https://www.tecnm.mx/images/areas/docencia01/documentos/MANUAL_DEL_TUTOR.pdf)

Zamora, L. A. (01 de Diciembre de 2016). *CENID*. Obtenido de La creación de ambientes de aprendizaje : Un análisis de la percepción juvenil: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4981/498153999007/index.html>

### Apéndice

#### Cuestionario utilizado en la investigación

Nombre:			Grupo:		
Marca la opción que consideres aplique para ti:					
Pregunta	SI	NO	Pregunta	SI	NO
1. ¿Tienes un lugar fijo para estudiar?			26. ¿Señalas lo que no entiendes?		
2. ¿Estudias en una habitación alejada de ruidos, televisión, radio, etc.?			27. ¿Escribes los datos importantes o difíciles de entender?		
3. ¿Hay suficiente espacio en tu mesa de estudio?			28. ¿Cuándo estudias lo haces de una forma activa, formulándote preguntas a las que intentas responder?		
4. ¿La mesa está sin objetos que puedan distraerte?			29. ¿Cuándo estudias tratas de resumir mentalmente?		
5. ¿Tienes luz suficiente para estudiar sin forzar la vista?			30. ¿Empleas algún sistema o procedimiento eficaz para recordar datos, nombres, etc.?		
6. ¿Cuándo te pones a estudiar tienes a mano todo lo que vas a necesitar?			31. ¿Después de aprender una lección la repasas?		
7. ¿Tienes un horario fijo de repaso, estudio, tiempo libre, etc.?			32. ¿Tratas de relacionar lo aprendido en una asignatura con las otras?		
8. ¿Haces un programa del tiempo que piensas dedicar al estudio diariamente?			33. Pides ayuda cuando tienes dificultades en tus estudios?		
9. ¿Divides tu tiempo entre las asignaturas que debes estudiar?			34. ¿Completas tus notas de clase con las consultas de libros de texto, de sitios web, etc.?		
10. ¿Estudias como mínimo 5 días a la semana?			35. ¿Llevas al día las asignaturas y ejercicios?		
11. ¿En tu plan de estudios, incluyes periodos de descanso?			36. ¿Cuándo te sientas a estudiar, te pones rápidamente a estudiar?		
12. ¿Observas al profesor cuando explica clase?			37. ¿Cuándo estudias te señalas tarea y la concluyes?		
13. ¿Tomas nota de las lecciones señaladas para estudiar y de los ejercicios que debes hacer?			38. ¿Estudias intensamente?		
14. ¿Estas atento durante la explicación del profesor?			39. ¿Ante un dato(s) desconocido, consultas alguna(s) fuente(s)?		
15. ¿Preguntas al profesor o tus compañeros cuando no comprendes algún tema?			40. ¿Ante una cuestión, problema o dificultad en el estudio, tiendes a considerar previamente los datos que conoces antes de lanzarte intuitivamente a encontrar la solución?		
16. ¿Participas en la actividad común en clase?			41. ¿Haces esquema de cada lección?		
17. ¿Tomas nota de las explicaciones de los profesores?			42. ¿En los esquemas incluyes material del libro de texto, y de los apuntes tomados en clase?		
18. ¿Tienes cuadernos de apuntes divididos por materia?			43. ¿Empleas el menor número posible de palabras para hacer los esquemas?		
19. ¿Anotas las palabras difíciles, las tareas especiales, lo que no comprendes, etc.?			44. ¿Cuándo una lección es difícil o confusa, procuras organizarla a través de esquemas o guiones para que sea fácilmente comprensible?		

20. ¿Revisas y comprendes los apuntes?			45. ¿ Tus esquemas destacan las ideas principales?		
21. ¿Subrayas las ideas importantes?			46. ¿Te aseguras de que has comprendido bien lo que tienes que hacer antes de ponerte a trabajar?		
22. ¿Lees la lección por encima antes de estudiarla?			47. ¿Consultas otros libros además de los libros de texto?		
23. ¿Tienes facilidad para encontrar las ideas básicas de lo que lees?			48. ¿Antes de redactar un trabajo, elaboras un guion o un esquema?		
24. ¿Subrayas las ideas y datos importantes?			49. ¿Haces todo lo posible por redactar tus ejercicios de manera clara?		
25. ¿Cuándo no estás seguro del significado, ortografía o pronunciación de una palabra, consultas un diccionario?			50. ¿Compruebas la redacción y limpieza de lo que escribes?		

Cuenta el número de respuestas afirmativas (Sí): Menor a 30 respuestas, tienes problemas con las técnicas de estudio y la creación de tu ambiente de aprendizaje, Mayor o igual a 30 y menor que 40, tienes áreas de oportunidad en tus técnicas de estudio y creación de ambiente de aprendizaje, Mayor de 40, aplicas adecuadamente tus técnicas de estudio y creas un ambiente de aprendizaje ideal.